

**PROIECTUL BIOCLIMATIC
ÎN ARHITECTURA DIN ROMÂNIA**

Daniel N. Armenciu

PROIECTUL BIOCLIMATIC ÎN ARHITECTURA DIN ROMÂNIA

Daniel N. Armenciu

Editura Universitară „Ion Mincu”
București, 2023

Volum publicat în cadrul proiectului
**ExcelDR – „Promovarea excelenței în cercetarea doctorală
de arhitectură și urbanism”**

Proiect finanțat prin Fondul pentru Finanțarea Cercetării
Științifice Universitare – FFCSU UAUIM 2023

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ARMENCIU, DANIEL NICOLAE

Proiectul bioclimatic în arhitectura din România / Daniel N. Armenciu. -
București : Editura Universitară "Ion Mincu", 2023
ISBN 978-606-638-307-3

72.012

551

Lucrarea de față reprezintă strict punctul de vedere al autorului. Responsabilitatea lucrării îi revine în întregime autorului, atât în ceea ce privește conținutul, cât și forma. Publicația pornește de la teza de doctorat a autorului și reprezintă o versiune actualizată a acesteia.

Toate drepturile rezervate. Nicio parte din această publicație nu poate fi reprodusă, stocată sau transmisă prin orice mijloace de natură electronică, mecanice, de copiere, înregistrare sau alte forme fără permisiunea scrisă a autorului și a editurii.

© 2023, Editura Universitară „Ion Mincu”, Strada Academiei, nr.18-20, sector 1,
București, cod 010014, tel. 40.21.30.77.193

CUPRINS

1.

ÎNCADRAREA SUBIECTULUI ÎN CERCETAREA DIN DOMENIU	11
1.1 Definirea tezei de cercetare	11
1.2 Obiective.....	11
1.3 Cercetarea în proiectarea bioclimatică.....	13
1.4 Metodele de cercetare folosite	14

2.

ARGUMENT: DE LA „NAȘTEREA LUMII” LA APARIȚIA ARHITECTURII	17
2.1 Omul, clima și arhitectura	17
2.2 Arhitectura între solstiții.....	19
2.2.1 De la „ <i>axis mundi</i> ” la diagrama solară, o devenire conceptuală	20
2.2.2 Determinanți ai studiului Soarelui în conceptul proiectului de arhitectură	24
2.2.3 Perspective ale proiectării contemporane.....	26

3.

PROIECTUL BIOCLIMATIC DE ARHITECTURĂ ÎN PERSPECTIVA UNEI DEZVOLTĂRI SUSTENABILE	28
3.1 Conceptul de sustenabilitate în cadrul proiectului de arhitectură.....	28

3.2	Definirea proiectării bioclimatice în contextul conceptelor eco-compatibilității construcțiilor	29
3.2.1	Aspecte introductive cu privire la „devenirea” proiectării bioclimatice	29
3.2.2	Concepte ale dezvoltării sustenabile (durabile) în arhitectură	33
3.3	Proiectul bioclimatic de arhitectură	50
3.3.1	Proiectul de arhitectură, instrument al arhitectului	52
3.3.2	Importanța unei abordări bioclimatice în proiectarea contemporană	55
3.3.3	Meta-proiectul în cadrul procesului proiectării bioclimatice ..	56
3.4	Structura proiectului bioclimatic.....	62

4.

STUDII PRELIMINARE ALE PROIECTULUI DE ARHITECTURĂ BIOCLIMATICĂ..... 68

4.1	Exigențe și necesități ale spațiilor proiectate	69
4.1.1	Omul ca entitate centrală în proiectul de arhitectură.....	70
4.1.2	Analizele de confort	70
4.2	Analize ambientale și bioclimatice ale amplasamentului.....	107
4.2.1	Analizele ambiental-culturale	108
4.2.2	Analizele bioclimatice.....	114

5.

DEFINITIVAREA CONCEPTULUI DE ARHITECTURĂ ÎN CADRUL META-PROIECTULUI..... 187

5.1	Traducerea analizelor preliminare ale proiectului bioclimatic și centralizarea rezultatelor (Modelul bioclimatic de confort spațio-temporal).....	187
5.1.1	Sinteza funcțională de confort ambiental	189
5.1.2	Sinteza spațial-bioclimatică	190
5.1.3	Matricea microclimatică a sitului	190

5.2	Principiile proiectării bioclimatice.....	195
5.2.1	Definirea principiilor de proiectare bioclimatică	195
5.2.2	Identificarea principiilor bioclimatice în proiectul de arhitectură	197
5.3	Strategiile proiectării bioclimatice	201
5.3.1	Definirea strategiilor bioclimatice.....	201
5.3.2	Identificarea strategiilor bioclimatice în proiectul de arhitectură	203
5.4	Principii de bază ale proiectării bioclimatice tradiționale românești	204
5.4.1	Arhitectura tradițională românească din perspectiva unei abordări bioclimatice	204
5.4.2	Strategii ale proiectării bioclimatice aplicabile construcțiilor pe teritoriului României	213
 6.		
CONCLUZII		222
6.1	Verificarea obiectivelor	222
6.2	Rezultatele metodologiei propuse	223
6.3	Ilustrarea potențialul bioclimatic al arhitecturii din România	226
6.4	Limitările studiului	227
6.5	Sugestii pentru eventuale cercetări ulterioare	227
 7.		
BIBLIOGRAFIE		229
 8.		
ANEXE		243

PREFAȚĂ

Lucrarea de față intenționează să fundamenteze un subiect prea puțin abordat până în prezent în mediul academic românesc, facilitând fenomenul de cercetare din domeniul proiectării clădirilor și abordând de această dată intervenția de arhitectură din perspectiva contextului ambiental-climatic. Faptul că pe scena românească de cercetare, subiectul proiectării bioclimatice nu este dezbătut ca metodologie, ci mai degrabă ca fenomen istoric, amintit ca o variantă de proiectare sustenabilă sau asimilat arhitecturii sustenabile în ansamblu, în mediul profesional se observă anumite carențe în înțelegerea conceptului analizat în cadrul acestei publicații. Marea parte a informațiilor cuprinse în cadrul acestei lucrări pornesc de la teza de doctorat „Proiectul bioclimatic în arhitectura din România”, susținută în anul 2012 în cadrul Universității de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu” și revizuită cu această ocazie.

Publicația se aliniază cercetărilor internaționale din domeniu, iar prin adaptări locale și actualizări față de conținutul tezei de doctorat mai sus amintită, intenționează să ofere mediilor profesional și academic un instrument de lucru extrem de util pentru diferitele ipostaze: a) cercetătorul în arhitectură; b) arhitectul profesionist; c) studentul.

În planurile de învățământ ale Universității de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu” se regăsesc diferite discipline, teoretice, practice sau de proiectare, menite să pregătească specialiști care să răspundă cu succes noilor provocări ale problematicilor legate de sustenabilitatea clădirilor. Din păcate însă, oferta materialelor didactice redactate în limba română este extrem de limitată. Din acest motiv, se dorește ca publicația să fie un instrument de lucru de real folos pentru cei interesați de tematicile puse în discuție.

Mulțumesc pe această cale inițiatorilor proiectului ExcelDR 2023 care au permis finanțarea publicării acestei lucrări. Reiterez cu această ocazie alese mulțumiri către Prof. dr. arh. Rodica Crișan și Prof. dr. arh. Mario Grosso, pentru neobosita și excepționala disponibilitate, precum și pentru susținerea și observațiile critice extrem de constructive ce au contribuit la parcurgerea evolutivă a traseului de cercetare științifică care au condus la elaborarea cercetării doctorale.

1.

ÎNCADRAREA SUBIECTULUI ÎN CERCETAREA DIN DOMENIU

1.1 Definirea tezei de cercetare

„Proiectul bioclimatic în arhitectura din România” este o temă care se înscrie în largul subiect al sustenabilității. În contextul academic și profesional din România, căci aici se află miza acestei lucrări, arhitectura compatibilă din punct de vedere ecologic se află pe un prag redus atât din punct de vedere ideologic, cât și al realității construite. Lucrarea pornește de la definirea conceptului de „proiect bioclimatic” sau „proiectare bioclimatică”, din viziunea obiectului de arhitectură văzut ca element simbolic-funcțional, aflat în scopul îndeplinirii nevoilor omului și acoperind o gamă variată de factori de natură bioclimatică. Din perspectiva înțelegerii relației dintre obiectul de arhitectură și contextul acestuia, veriga de legătură este perceperea omului (comunității) ca individ (grup social) adaptat și aflat în continuă adaptare la condițiile geografico-climatice. În acest context, arhitectura este un rezultat al modelării materiei și resurselor unui anumit amplasament, pentru care adaptarea la condițiile climatice reprezintă un deziderat.

Prin diversele metode de cercetare propuse, se vor pune în discuție și organiza diverse concepte, instrumente sau procedee specifice temei, pentru a defini direcții de proiectare venite în sprijinul proiectantului, pentru definirea soluțiilor de arhitectură.

1.2 Obiective

Dacă diverse studii ating chestiunea sustenabilității la diferite paliere, fie generale, fie de detaliu, lucrarea își propune să realizeze o cercetare cu aplicativitate în domeniul proiectării de arhitectură. Provocarea de la care a pornit această lucrare constă în intenția de a beneficia de rezultatul final

prin implementarea sa la nivelul teritoriului și condițiilor geografico-climatice¹ ale României.

Se vor fundamenta din punct de vedere teoretic anumite concepte corelate proiectării bioclimatice, în scopul stabilirii unui limbaj comun, necesar transmiterii acestora către cei interesați. În esență, se intenționează conturarea unei cercetări aplicative, încărcate cu o notă practică, generată prin prisma teoriei.

Se dorește astfel promovarea unui tip de abordare de proiectare complex, structurat, comod în utilizare, bazat pe instrumente precum ilustrarea grafică, diagrame, tabele, modele de calcul și dimensionare, având în același timp și un scop didactic, concretizat într-un instrument dedicat în special figurii profesionale a arhitectului, luând în considerare rolul său de coordonator al proiectului, creator de spații, organizator al acestora și totodată responsabil cu gestiunea fluxurilor funcționale din cadrul oricărei intervenții de arhitectură.

O atenție particulară este acordată contextului geo-climatic al diverselor zone cu caracteristici ambientale diferite, cuprinse pe teritoriul României și răspunsuri la acestea, concretizate în forme arhitecturale (surse a diferitelor tipologii urbane și arhitecturale, tehnici și materiale de construcție specifice locului în cauză). Accesul în sfera științei geografiei reprezintă o încercare de a deprinde anumite cunoștințe puțin abordate în mod curent de către arhitecți, în scopul relaționării acestora cu trăsăturile contextului clasic la care se raportează, dar cu o importanță deosebită pentru domeniul arhitecturii bazată pe o tratare de natură bioclimatică. Desigur că, prin prisma pregătirii personale, există riscul unei preluări generale a subiectului, însă dată fiind pregătirea de arhitect a autorului, lucrarea de față își asumă eventuale inabilități, cu scopul de a aduce în atenția arhitecților un sector extrem de actual. În realitate, este imposibilă realizarea unei clădiri performantă energetic și care să asigure un nivel ridicat de confort pentru utilizatori, fără a prelucra date climatice.

Un efort consistent este dedicat instrumentelor de lucru pe care arhitectul le poate prelua de la specialiști ai diverselor ramuri conexe, pentru ca ulterior să le sistematizeze și încadreze într-un mecanism propriu profesiei. În acest context, este esențială întocmirea și actualizarea unor instrumente utile analizelor propuse pe teritoriului țării prin date, hărți, diagrame bioclimatice, diagrame solare etc.. Se intenționează astfel

¹ Prin noțiunea „geografico-climatic”, în lucrarea de față se va înțelege cumulusul tuturor aspecte de natură geografică și climatică.

realizarea unei metodologii de proiectare, aplicabile procesului de concepție arhitecturală, din perspectiva unei abordări bioclimatice, adaptate teritoriului și particularităților climatice ale României. Se va acoperi o anumită fază distinctă din cadrul procesului complex al proiectului și anume aceea a meta-proiectului, fără a aborda aspecte de detaliu precum alegerile estetice sau tehnologice. Metodologia propusă se vor putea înscrie diverselor programe de arhitectură cu destinații care corespund fie unei intervenții la scară urbană mică sau medie (cartier, zone industriale, etc.), fie la nivelul edificiilor singulare. În acest sens, obiectivul major propus este acela de identificare a principiilor proiectării bioclimatice adaptabile condițiilor unei intervenții din țara noastră și operația de extragere a seturilor de strategii valabile pentru acest teritoriu, în raport cu destinația investiției de arhitectură și a caracteristicilor spațiilor propuse.

Studiul poate constitui de asemenea un eficient instrument didactic pentru învățământul universitar românesc de arhitectură sau pentru profesioniști, prin prisma valențelor teoretice și aplicative pe care se bazează, ținând cont inclusiv de sfera bibliografică internațională abordată, limitată în instituțiile de specialitate din țară. Rezultatele cercetării vor fi transpuse în tabele de lucru, instrumente ce vor putea fi preluate ulterior de arhitect în scopul centralizării datelor particulare ale temei de proiect, constituind elemente generatoare ale obiectului spațial arhitectural.

1.3 Cercetarea în proiectarea bioclimatică

Date fiind obiectivele prezentate anterior, se găsește oportunitate prezentarea situării cercetării de față în raport cu literatura de specialitate din domeniu.

Pe plan internațional, lucrările care ating subiectul arhitecturii sustenabile se întind într-o sferă extrem de vastă, acoperind diversele tematici pe care le presupune. Dintre acestea, cele dedicate proiectării bioclimatice se distribuie în diverse modalități de expunere, fie integrate în tematica generală a arhitecturii eco-compatibile, fie ca subiect specific tratat în toată complexitatea sa.

Totuși, anumite lucrări de referință fundamentează întreaga tematică a proiectării bioclimatice, pornind de la teoria generală de natură fenomenologică și atingând ultimele concepte de proiectare. Pentru cercetarea de față au fost considerate lucrări ale câtorva autori de reper pentru subiectul dezbătut, amintind nume precum Victor și Aladar Olgyay, Baruch Givoni, Steven Szokolay sau Cristina Benedetti. Conturarea

conceptelor a fost preluată într-o manieră nouă față de abordarea „tradițională” de către Ken Yeang, a cărui lucrare originală preia subiectul zgârie-norilor pe care îi tratează ca organisme capabile de a fi introduse în ecosistemele naturale, sau pe plan pur teoretic de către Amjad Almusaed, care dezvoltă într-o manieră particulară mediile bioclimaticii și biofiliei. În lucrările autorilor citați se prezintă aspecte teoretice, aplicații practice, elemente de fizică a construcțiilor, lansând pe plan internațional materiale extrem de bogate pentru cunoașterea detaliată a subiectului proiectării bioclimatice. Se remarcă adesea și păreri contradictorii, în mod particular atunci când este dezbătută definirea sintagmei „arhitectură bioclimatică”.

Faptul că pe scena românească de cercetare, subiectul nu este dezbătut ca metodologie, ci mai degrabă amintit ca o variantă de proiectare sustenabilă sau asimilat arhitecturii eco-compatibile în ansamblu, se observă anumite curențe de înțelegere a conceptului analizat în cadrul acestei lucrări. În prezent, în România, subiectul proiectării bioclimatice a fost mai degrabă preluat, citat, utilizat în contexte adesea improprii ce exprimă necunoașterea subiectului, fapt cauzat în primul rând de dificultatea accesului la texte-reper de specialitate, consacrate pe plan internațional. În acest context, merită amintite câteva nume locale care au contribuit la difuzarea tematicii arhitecturii ecologice sau a proiectării bioclimatice, precum Sandu Miclescu, Marius Smighelschi, Mihai Opreanu, Tomnița Florescu, Cosma Jurov sau Cristina Ochinciuc.

Prin cele prezentate se certifică faptul că cercetarea bibliografică din surse internaționale constituie un bagaj de documentare extrem de important, fiind principala sursă de documentare. În paralel, acestea interacționează cu lucrări ce tratează cazul particular de adaptare la spațiul românesc.

Teza de față intenționează așadar să sintetizeze conceptele regăsite prin cercetare și să le definească într-o manieră critică, inducând pe plafonul lucrărilor de acest gen din România, un important aport teoretic și metodologic.

1.4 Metodele de cercetare folosite

Arhitectura este prin definiție o știință empirică, încă de la primele încercări de antropizare a unui spațiu natural fiind rezultatul unor procese de observație și experiment. Deși, istoric vorbind, actul de a construi deținea o puternică încărcătură simbolică, cercetarea teoretică în arhitectură, pornind de la primele tratate, nu a reprezentat altceva decât semnalizarea

acelor aspecte care au condus la realizarea unei arhitecturi definită ca fiind „de bună calitate”, descriind modul în care arhitecții concepeau spațiul. Dacă textele vechi de specialitate ilustrau această modalitate de abordare, perioada modernă a introdus în discuție interacțiunea cu alte științe, arhitectura devenind un mod de exprimare inspirat din (re)surse diverse. Teza inițială, de origine filosofică sau pur funcțională a transformat discursul, pe măsura curentelor de gândire caracteristice epocilor trecute. Astăzi societatea se confruntă cu paradigmele dezvoltării durabile iar majoritatea proiectelor de arhitectură de căpătâi pentru literatura de specialitate nu ocolesc acest tip de tratare. Teza de față se susține prin prisma celor enunțate, abordând acele metode de cercetare caracteristice studierii domeniului arhitecturii.

Metoda bibliografică este esențială în cazul de față întrucât, în baza lipsei accesului la o literatură de specialitate în spațiul universitar românesc, studiul dedicat cunoașterii nivelului real al cercetării la nivel internațional s-a putut realiza doar prin dedicarea unui timp semnificativ în spațiile bibliotecilor care au putut fi accesate. În aceeași manieră, bogata bibliografie virtuală accesată prin intermediul mediului on-line a condus la o diseminare extinsă a cunoștințelor din domeniul de studiu discutat.

Probabil că fenomenologia reprezintă una dintre cele mai răspândite metode de abordare, atunci când sunt puse în analiză terminologia, definirea conceptelor și a curentelor. Înțelegerea arhitecturii în sine presupune o conexiune de tip fenomenologic, întrucât conferă acel tip de cunoaștere complexă ce cuprinde delimitarea obiectivului, prin prisma întregului sistem de relații care au condus la concepția și realizarea sa: autor, context, materialitate etc..

Pentru faptul că cercetarea se conturează în jurul întocmirii unei metodologii, instrumentele introduse survin în prealabil din sfera științelor exacte dar și a domeniilor umaniste. Reiterând cele spuse anterior, se va remarca adesea introducerea unor instrumente care au la bază cunoașterea de tip empiric. Experiența din domeniul arhitecturii ecologice va genera în cazul de față aplicarea unor aspecte caracteristice tipurilor de analiză metodologică experimentală.

În vederea unei clarificări detaliate și pentru conturarea scopului și a nivelului de aplicativitate a lucrării de doctorat, s-a folosit și metoda studiului de caz care a conchis metodologia propusă prin intermediul prezentării unor proiecte de arhitectură realizate până în anul 2012, rolul fiind acela de a extrage aspectele metodologice dezbătute și ulterior pentru realizarea procesului mental de interpretare a conceptelor generate prin

meta-proiect și interpretarea acestora în formă arhitecturală și tehnologie. Acest capitol este însă exclus din corpul publicației întrucât obiectivul principal al acesteia este să ilustreze mai degrabă aspectele teoretice de bază ale proiectării bioclimatice.

* * *

2.

ARGUMENT: DE LA „NAȘTEREA LUMII” LA APARIȚIA ARHITECTURII

2.1 Omul, clima și arhitectura

Fără a dori în mod particular citarea sintagmei „*Man, Climate and Architecture*”, titlu al lucrării de referință pentru proiectarea bioclimatică care îl are ca autor pe Baruch Givoni, succesiunea termenilor reprezintă în fapt cuvintele cheie în jurul cărora gravitează tema „Proiectul bioclimatic în arhitectura din România”.

Argumentul lucrării atinge câteva aspecte esențiale ale condiției omului în raport cu actul de a-și construi un adăpost și în mod particular de a-și constitui un sistem de spații adaptat unor condiții propice în acord cu activitățile sale. Deși originea arhitecturii este subiectul unei multitudini de studii de specialitate, prin teză nu se propune dezbateră acestui subiect, ci punctarea acelor aspecte care conduc spre înțelegerea tematicii eco-compatibilității construcțiilor. În acest context, clima reprezintă filtrul prin care omul se adaptează mediului său, modelându-și spațiul în funcție de resursele pe care mediul natural le oferă.

Nicoleta Ionac elaborează un studiu cu puternice nuanțe antropologice, unul din puținele de acest gen pentru scena literaturii de specialitate din România, abordând evoluția și dezvoltarea caracteristicilor umane, prin raportare la condițiile climatice în care acesta acționează². Într-un astfel de context, este importantă menționarea faptului că întregul sistem de relații care determină și influențează viața pe pământ, atât la nivelul florei cât și al faunei, este strâns corelat cu diferitele scări de influență climatică. Reiterând lucrarea „Clima și comportamentul uman”, ne este ilustrat faptul că factorul climatic este unul din aspectele determinante care contribuie la formarea contextului în care ființa umană își desfășoară

² Ionac, N., (1998), *passim*.

activitățile, influențând decisiv, la nivel conștient sau inconștient, anumite atitudini sociale, culturale, religioase etc.. Desigur că, pornind de la această teorie, se poate afirma faptul că arhitectura, o reflectare materială a activității și a modului de organizare ale omului, la nivel individual sau de grup social, reprezintă un sistem spațial gestionat prin prisma modelării materiei. Excluderea sa din sistemul climatic influențează considerabil adaptabilitatea omului la condițiile geografico-climatice naturale, precum și echilibrul resurselor pe care un anumit loc le deține.

Elementul de bază al lucrării, „spiritul” în jurul căruia gravitează întreaga construcție metodologică a acesteia, este *Omul*, privit ca element central al proiectului de arhitectură, nu prin formula unei abordări de tip funcționalist, unde acesta este utilizatorul unei „mașini de locuit”, ci sub aspectul unei percepții de natură profund sustenabilă. Din această perspectivă, individul este integrat în sistemul de relații ale ecosistemului din care face parte. Ne găsim astfel în fața unei reinventări a rolului său sub aspect teoretic, umbrit odată cu perioada modernității.

Această schimbare de paradigmă, constituită odată cu mișcările apărute ca reacție la condițiile de trai generate de industrializarea excesivă, a culminat ulterior cu regionalismul în arhitectură și astăzi cu principiile dezvoltării durabile, omul fiind repus în drepturile „universale”, nu sub forma unui stăpânitor asupra elementelor naturii sau a legilor fizicii, ci a ființei creatoare de simbol, care caută sintonia în relația cu mediul său de trai. În acest context ar fi redundantă o prezentare a teoriei evoluției sau a celor legate de modalitățile prin care omul s-a format ca „ființă superioară”, căci este un subiect destinat unor ramuri specifice, importantă fiind mai degrabă înțelegerea acelei laturi care corelează psihologia și formația fizică a omului cu principiile de concepere a spațiilor arhitecturale.

Evoluția fenomenului arhitectural ilustrează o evoluție a societății și implicit etapele prin care omul a interpretat estetica formelor construite. Astfel se desprinde latura simbolică a individului, atașată de cea rațională, desăvârșind actul construirii. Fără a diferenția în vreun fel omul arhaic de cel antic, medieval și ulterior de cel modern, modalitățile de manifestare a conceperii spațiilor au diferit prin tipul de raportare la elementele de mediu în care acesta se afla. Iar în acest sistem, manifestarea arhitecturală din spațiul teritorial al României a urmat același tip de reguli precum în orice altă parte.

2.2 Arhitectura între solstiții³

Aflat în contextele și condițiile de existență cele mai variate, omul se găsește astăzi, ca de altfel de-a lungul întregii sale istorii, pe axa unei continue deveniri. Singura ființă capabilă să desfășoare ritualuri cu scopul de a omagia perfecțiunea cosmică, omul a ajuns să creeze, treptat, de la alcătuiri tectonice improvizate la arhitectură, ca materializare a adăpostului, atât cel închinat zeilor cât și cel propriu.

În rândurile acestui capitol, teza propusă este justificarea prezenței soarelui ca element determinant, inițial în repertoriul simbolic al civilizațiilor, mai apoi în materializarea acestora în arhitectură, culminând cu rolul științei, aflată dintotdeauna în interesul savantului și responsabilă de explicarea fenomenelor și punerea lor în aplicare. Deși pe parcursul textului apar numeroase exemplificări de natură simbolică, cu profunde subînțelesuri filosofice, prin rândurile de față nu se dorește dezvoltarea acestui demers deja dezbătut de literatura de specialitate⁴, ci crearea unei punți de legătură în cadrul discursului, între aspectele strict științifice și cele înrădăcinate încă din credința civilizațiilor străvechi. Astrul solar joacă un rol central în contextul vieții pe pământ, atât datorită rolului pe care îl deține în cuprinsul activităților zilnice, cât și datorită importanței sale în actualitatea tematicii de proiectare ambientală.

Alegerea sintagmei „Arhitectura între solstiții” vizează accentuarea conceptului de ciclicitate a timpului, a anotimpurilor, și, în final, a activităților și comportamentelor umane. Această idee va fi detaliată în mod esențial pentru construirea structurii logice a discursului. Arhitectura joacă aici un rol determinant, întrucât stabilește conexiunea între zeități, natură și comportament. Se va include un scurt studiu de caz aplicat tehnic și raportat la coordonatele geografice ale municipiului București, cu scopul de a evidenția latura tehnologică a proiectării arhitecturii „solare”, dar și originile sale simbolice.

³ Cu anumite modificări și adaptări, capitolul face parte integrantă din: Armenciu, D., (2011*).

⁴ Cassirer, E., (1994), Eliade, M., (1995), Eliade, M., (2000), Eliade, M., (2008), Levi-Strauss, (1997).

2.2.1 De la „*axis mundi*” la diagrama solară, o devenire conceptuală

Vorbind despre limbaj⁵, Ernst Cassirer descrie aspectul care a condus ființa umană la nevoia de simbol. În viziunea sa, din punct de vedere antropologic și filosofic, statutul omului depășește nivelul de *animal rationale*, precum era văzut încă din antichitate, urmând a fi perceput ca un *animal symbolicum*⁶.

Este posibil ca, intuitiv, omul să fi simțit încă de la începuturile sale nevoia de a se încadra într-o anumită ordine cosmică. Rămâne însă dilema, referitoare la întrebarea „filosofului”⁷, dacă omul a perceput universul ca pe un întreg în care se regăsea și el, sau dacă, dimpotrivă, întregul era parte componentă a sa, văzându-se de această dată ca o copie a Creatorului. Nu ne propunem să căutăm răspunsul la această chestiune, ci să analizăm momentul în care ființa antropică a simțit că legătura cu o altă lume, paralelă sau superioară, este determinantă în constituirea simbolului, a mitului, a ritualului. Următorul pas a fost acela de a materializa această conexiune, pornind de la cel mai simplu element dimensional, linia dreaptă. Nu întâmplător, probabil, cei mai vechi învățați erau preocupați, în scopul „citirii cerului”, de studiul geometriei. Un exemplu, furnizat și de Vlad Gaivoronschi, este marcarea centrului ca matrice generatoare de spațiu, un atare act de întemeiere fiind înregistrat la toate culturile primitive.⁸ Acest context ne îngăduie să considerăm poziția verticală a omului drept o reprezentare în relația cu divinul; pornind de aici, putem defini evoluția sa ca fiind rezultatul unei posibile „nevoi de elansare”, care îl transformă din „târâtor” într-un vertebrat biped. Așadar, primul act simbolic de edificare umană a fost acela de a se regăsi în propria creație. Ne referim, desigur, la conceptul de *axis mundi*, imaginându-ne omul primitiv înfigând, în materia solidă a Pământului, primul element pe care îl avea la îndemână - un lemn sau o piatră - marcându-și astfel prezența, ca o confirmare a integrării în ordinea Universului. Acest obiect vertical avea să fie denumit de greci, mai târziu, *gnomon*, întrucât avea proprietatea de a lăsa umbră pe sol, permițând astfel marcarea diverselor faze ale zilei sau ale anului, deci orientarea. Se poate astfel trage concluzia că spațiul nu avea caracter tridimensional, așa cum obișnuim să-l percepem astăzi, ci cvadridimensional,

⁵ Cassirer, E., (1994), p. 155.

⁶ *Idem*, p. 45.

⁷ Prin „filosof”, în acest context înțelegem omul inițiat, aflat într-o continuă căutare a condiției existenței sale.

⁸ Gaivoronschi, (2002), *passim*.

tocmai prin încărcarea acestuia cu o dimensiune simbolică, oglindind *numinosul* sau *epifania*.⁹ Spațiul a reprezentat, încă dinainte de constituirea arhitecturii ca obiect construit, imaginea lumii. Este greu de imaginat ca o structură destinată adăpostirii să ilustreze altceva decât o reprezentare a ceea ce ființa umană își închipuia a fi oglindirea Universului, din moment ce primul act, marcarea centrului, a fost realizat într-un mod asemănător. Ne referim la perioada în care omul a încetat să trăiască în grote sau alte alcătuiri naturale, evoluând spre locuirea în adăposturi special închipuite și apoi modelate. Universul, după cum ne relevă și Mircea Eliade¹⁰, gravita în jurul omului precum o sferă. Aceasta era *imago mundi*, reprezentată și împărțită simbolic de majoritatea civilizațiilor în părți egale, apoi încadrată într-o formă perfectă de pătrat sau cerc, reprezentat cel mai probabil ca o sferă.

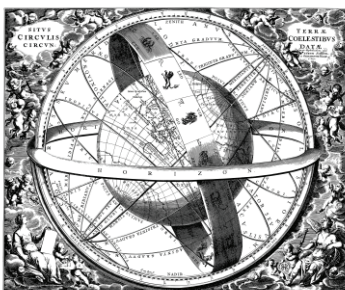


Fig. 1 – Astrolab
(Sursă:

<https://www.rawpixel.com/image/9246071>)

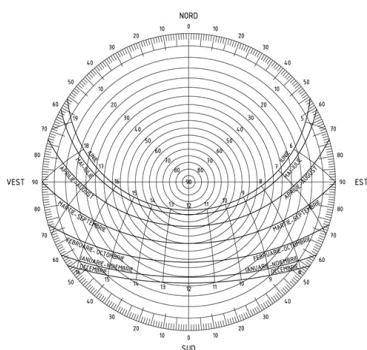


Fig. 2 - Diagrama solară a orașului București, în proiecție stereografică
(Sursă: Departamentul de Științe Tehnice, UAUIM)

Ajunși la acest punct, pentru a balansa discursul și a-l argumenta științific, putem pune problema și din perspectiva astronomiei. Cele mai vechi reprezentări ale lumii, astrolabii, văzuți ca o proiecție a globului terestru, în jurul căruia gravitează atât soarele cât și planetele și stelele, sunt

⁹ *Ibidem*. Conceptele sunt preluate de la Rudolf Otto și Mircea Eliade.

¹⁰ Eliade, M., (2000), *passim*; Eliade, M., (2008), *passim*.

considerate și astăzi ca fiind reprezentări corecte din punct de vedere geometric. Ele reprezintă proiectarea astrilor pe o sferă imaginară, denumită boltă sau sferă celestă. În figurile 1¹¹ și 2¹² este evidențiată paralela între un astrolab antic și o reprezentare fidelă a sferei celeste așa cum este folosită astăzi în calcularea proiecțiilor astronomice, respectiv astrologice sau reprezentări ale poziției soarelui în diferite momente ale anului și diverse ore ale unei zile. Cu excepția gradului de exactitate grafică, cele două desene oglindesc același lucru: funcționarea sistemul solar.

Amplasându-ne în contextul unei viziuni de natură astronomică a *imago mundi* introducem un nou concept care a susținut discursul teoretic al antropologiei. În măsura în care Pământul este subiectul unei complexe dinamici cosmice, percepute de om de la primele faze ale evoluției sale istorice, putem admite existența unei ciclicități materializată prin mit și ritual. Un exemplu în acest sens îl reprezintă practicile de divinizare a zeităților ce simbolizau Soarele. Primele observații au provenit din două sfere de percepție distincte, pornind de la conștientizarea ciclicității anotimpurilor și repetarea constantă și periodică a anumitor fenomene. Acestea s-au dovedit determinante atât în contextul înfăptuirii actelor sacre, cât și ale activităților agricole, rezultând astfel, pentru anumite culturi, o distincție clară între anul agricol și cel sacru.¹³ Mircea Eliade tematizează varietatea gesturilor și concepțiilor printr-un discurs generat în jurul centricității, ciclicității și repetitivității ce ar guverna lumea, denumind acest fenomen „eterna reîntoarcere”¹⁴. Astfel, pentru om, lumea renaște metaforic odată cu repetarea unui anumit fenomen, fiindu-i necesară invocarea unui ritual. Într-o altă ordine de idei, printr-un discurs pur științific, Barry Commoner se referă la „cercul care se închide”¹⁵. În acest caz, lumea însăși ar fi fost creată într-un mod evolutiv, găsindu-se într-un continuu proces de conservare și tinzând neîncetat către o stare de echilibru. Putem presupune că, în îndelungatul proces de descoperire și cunoaștere a lumii, omul a căutat constant să explice ceea ce se întâmplă în jurul său apelând la dinamica cercului. În căutarea sincronizării vieții cotidiene cu mișcarea cosmică, dar mai cu seamă în încercarea de a o explica, omul a

¹¹ <https://www.rawpixel.com/image/9246071>

¹² Diagrama solară a orașului București, în proiecție stereografică. Sursa: Departamentul de Științe Tehnice a Universității de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București.

¹³ Romano, (1995), p. 26.

¹⁴ Eliade, M., (2008), *passim*;

¹⁵ Commoner, B., (1980), *passim*.

recurs la studierea timpului. Prin textul de față nu se dorește dezvoltarea acestui subiect, dezbătut în numeroase rânduri din punct de vedere astronomic, filozofic sau social; determinantă este semnalarea importanței fenomenului.

Adoptarea calendarului a fost o modalitate pragmatică de stabilire a unei anumite ordini în viața cotidiană, dar în primul rând cu scopul de comemorare a evenimentului și înfăptuire a actului sacru. Soarele, obiectul central al acestui studiu, deține rolul de generator de ritm în acest context. Mișcarea globului terestru în jurul astrului luminos, determină împărțirea în zile, nopți, anotimpuri și ani. Spre exemplu, substantivul latin *anulus*, din care provine noțiunea de „an”¹⁶, păstrează sensul ciclic („inelar”) al mișcării de revoluție. În același fel, măsurarea timpului, *mensura*, implicând activitatea de a măsura, avea să genereze termenul latin atribuit lunii calendaristice.¹⁷ Acestea sunt doar două exemple care ar motiva nu doar utilitatea, ci și evoluția percepției asupra acestor fenomene.

În continuare, se dorește reorientarea discursului asupra noțiunii de *gnomon*, unul dintre elementele edificatoare pentru înțelegerea mișcării aparente a soarelui. Așa cum îi sugerează și numele de origine greacă, γνῶμων, după unii autori în strânsă legătură cu termenul latin *groma*¹⁸, acest instrument indicator permite semnalarea pe un plan de proiecție, prin umbră, a principalelor faze solare. Din punct de vedere simbolic, am putea considera că proiecția umbrei unui element vertical pe un plan orizontal împarte lumea în patru părți egale; astfel, parcursul soarelui marchează împărțirea lumii, simbolic, în zone de umbră (nordul) și lumină (sudul), de origine, naștere, viață (estul), respectiv de speranță, credință, moarte (vestul). Astfel, putem înțelege că soarele, din nou, îi explică omului rațiunea de a fi, dând sens ordinii cosmice. Acest tip de reprezentare este caracteristic pentru numeroase civilizații. Mandala indiană, simbolul Ying-Yang, semnul Crucii, sunt însemne care, până azi, își regăsesc originea și simbolistica în ceea ce poate fi denumit *imago mundi*.

Același tip de discurs se regăsește la Vitruvius în cartea a IX-a a operei sale *De architectura*, în care se referă la cele patru puncte cardinale. Potrivit autorului, acestea au fost lăsate „prin voia naturii”¹⁹, generate de o

¹⁶ Romano, G., (1995), p. 24.

¹⁷ *Ibidem*.

¹⁸ Severino, N., (1997), p. 2. Groma era un instrument utilizat de romani pentru trasarea axelor conform orientărilor cardinale.

¹⁹ Vitruvius, (1998), p. 243.

mișcare cosmică ce urmărește o anumită ordine. Pământul este văzut ca fiind elementul central al cosmosului, cerurile descriind o continuă mișcare de rotație în jurul său. În acest context se ilustrează viziunea unui spațiu cosmic proiectat pe o sferă ce gravitează în jurul pământului, denumită sfera celestă. După această formă se execută citirea fenomenelor cosmice raportate la Terra. Vitruvius reprezintă roza vânturilor în relație cu elementele fixe ale locului, respectiv punctele cardinale. Acestea devin instrumente ale metodologiei prin care unui anumit loc i se conferă caracter antropic, transformându-se astfel din profan în sacru, respectiv de la *haos* (Χάος, în greaca veche, desemnează dezordinea primordială) la *cosmos* (termenul κόσμος definește ordonarea, dar și ornamentarea). În același tratat este utilizat și termenul *analemma*, utilizat pentru a descrie urma pe care o proiectează un gnomon pe un plan de proiecție de-a lungul unui an solar, reprezentând atât declinația cât și azimutul. Cele două valori semnalează poziția soarelui în anumite momente ale anului sau la anumite ore din zi. În funcție de coordonatele geografice ale locului, graficul se modifică, lungimea umbrei gnomonului fiind strâns relaționată cu latitudinea. Toate aceste aspecte concentrează discursul asupra utilizărilor contemporane ale acestui tip de instrumente, de mare utilitate în proiectarea edificiilor. Tendința spre o arhitectură sensibilă la factorii de mediu și compatibilă din punctul de vedere al impactului asupra resurselor convenționale de energie, alături de evoluția tehnologico-științifică, au condus la o aplicabilitate largă a diverselor instrumente de evaluare a aportului solar în cadrul spațiului construit.

2.2.2 Determinanți ai studiului Soarelui în conceptul proiectului de arhitectură

În contextul acestui studiu, arhitectura este înțeleasă ca mijloc de legătură între om, mediul său și Univers. Până în acest punct, întreaga argumentație a discursului a căutat să arate modul în care mișcările elementelor cosmice au influențat activitatea și preocupările omului. Acest tip de limbaj, predominant simbolic, odată transformat în elemente construite, poate fundamenta bazele teoriei formei arhitecturale.

Dacă urmărim evoluția fenomenului, se poate considera ca aparținând „arhitecturii solare” orice edificiu care are ca metodă de configurare valorificarea mișcării aparente a Soarelui. Putem considera că, încă din cele mai vechi timpuri, arhitectura a avut și o pronunțată dimensiune „solară”. Mișcarea aparentă a astrului solar a influențat arhitectura de cult începând cu civilizațiile neolitice. Spre exemplu, solstițiul

de iarnă - ziua în care forța Soarelui atinge limita minimă și furnizează nivelul cel mai scăzut de căldură - a avut din cele mai vechi timpuri o importanță deosebită. Fenomenul are loc datorită declinației minime cu care radiația solară atinge suprafața Pământului. Putem ilustra această conexiune între forma arhitecturală și astrul solar prin ansamblurile de menhiri și dolmene de la Newgrange (Irlanda), Stonehenge (Anglia), Puglia (Italia) sau chiar Sarmizegetusa (România) care relevă, prin configurarea spațială, însemnătatea lor astronomică. La solstițiul de iarnă, undele solare ating punctele cele mai îndepărtate sau greu accesibile ale construcțiilor. Templele de la Karnak și Abu Simbel din Egipt, Palatul Imperial din Pekin sau planurile hippodamice urmăresc principii asemănătoare.²⁰ Cultul soarelui, atât de important pentru civilizația egipteană, este semnalat, între altele, prin obiectul-simbol cel mai răspândit – obeliscul. Acesta marca prezența concomitentă a trei zeități: *Khepri* reprezentând soarele la răsărit, binecunoscutul *Ra*, oglindind astrul la zenit, și *Atum*, simbolizând apusul.²¹ Din perspectiva antropologică prezentată mai sus rezultă că obeliscul este o reprezentare fizică a soarelui pe Pământ, tocmai prin umbra pe care o proiectează. Dealtfel, poleirea cu aur a vârfului obeliscului, ca și placarea extremității piramidelor cu piatră atent șlefuită, întăresc această idee. Umbra era, probabil, semnul cel mai la îndemână pentru reprezentarea radiației luminoase emise. Grecii, înțelegând ulterior acest mod de reprezentare datorită semnificativei concentrații de obeliscuri prezente, denumesc vechiul oraș egiptean *Junu: Heliopolis*.²² În aceeași măsură, *groma* romană utiliza această procedură pentru trasarea axelor *cardo* și *decumanus* și pentru lotizarea terenurilor agricole. Ne putem referi, în același timp, și la primul act de întemeiere a oricărei intervenții antropice, respectiv trasarea axelor și a limitelor, gest urbanistic corelat cu ciclul complet determinat de mișcarea astrului. Chiar noțiunea de *Templum*, termen de origine etruscă reluat de Vitruvius în tratatul său, care a dat naștere ulterior edificiului sacru prin excelență, reprezintă tocmai împărțirea lumii.²³ De asemenea, Socrate imaginează ceea ce este construit ca pe un spațiu orientat, configurat după geometria mișcării aparente a soarelui.

²⁰ Romano, G., (1995), *passim*.

²¹ Severino, N., (1997), p. 12.

²² *Ibidem*.

²³ Romano, G., (1995), pp. 47, 49.

Se constată din cele expuse, faptul că arhitectura poate atesta forme primare ale credințelor umane. Pornind de la *axis mundi*, ca formă de marcare a zenitului, este posibil a reconstitui legătura dintre soare și Pământ, similară celei dintre zeitate și om. Tot aici găsim și motivația împărțirii sau orientării, după cele patru elemente cardinale esențiale, ale anumitor tipuri de spațiu, precum templul, ca loc sacru prin excelență sau mormântul reprezentat prin piramidă, ambele confirmând legătura transcendentă (respectiv descendentă) între spirit și origine.

Însăși orientarea templelor sau bisericilor, în majoritatea cazurilor, presupune amplasarea acestora pe axa echinoctiilor. Obiectul de cult devine spațiu orientat printr-o modificare a percepției simbolice: inițial prin *axis mundi*, ca legătură verticală, apoi ca simbol al unei vieți ordonate pe Pământ. Faptul că spațiile simbolice se amplasau predominant înspre est, locul de unde răsare soarele simbolizând Zeul și, ulterior, pe Hristos, este evidențiat în toate lucrările de specialitate ce abordează această temă.²⁴ Dar societatea contemporană se regăsește la finalul unui parcurs de laicizare a culturii. În acest scop se dorește o eficientizare a arhitecturii, căutând orientări motivate tehnologic sau științific.

2.2.3 Perspective ale proiectării contemporane

Instrumentele de proiectare arhitecturală au cunoscut un parcurs în continuă evoluție, respectând, așa cum s-a putut constata, aceleași tipuri de principii originare în mișcările la nivel cosmic. În cuprinsul prezentului text s-au supus unei abordări de factură fenomenologică elemente precum *gnomonul*, *astrolabul* sau *analemma*, pentru a ilustra evoluția la nivel simbolic și formal a unei metodologii de proiectare. Complexitatea cu care se confruntă astăzi acest domeniu generează anumite tipuri de analiză, evaluare și concepere specifice, încărcându-l cu noi sensuri. Prezentul studiu este susținut de principii teoretice care stau la baza metodologiei de proiectare a „arhitecturii solare”.

În urma analizei, instrumentul de lucru rămâne singurul parametru constant, în timp ce forma sau scara intervenției se modifică, indiferent ce anume se trasează – limita unui oraș, axele unui edificiu sau un element de echipare urbană, precum un cadran solar. Abordările de tip bioclimatic reprezintă metodologii validate în timp atât de proiectantul specialist cât și de creatorul de arhitectură vernaculară. În acest context, se impune o nouă

²⁴ Eliade, M., (2000), *passim*; Romano, G., (1995), *passim*.

concepție spațială, raportată la nevoia de intervenție sustenabilă în cazul oricărui proiect, indiferent de natura sa, respectând condițiile echilibrului ambiental. Figura 3 ilustrează două dintre planurile pe care le putem lua în considerare în lecturarea unui spațiu, cu elementele componente puse în discuție în cadrul lucrării, în vederea identificării instrumentelor de proiectare.



Fig. 3 – Elemente componente ale planurilor cosmice - „simbolic” și fizic - „arhitectural” (Sursă: elaborat de autor)

Urmând spiritul „argumentului” de deschidere a cercetării de față, metodologia de proiectare propusă în continuare urmează a fi dezbătută sub un profil științific, atingând puncte cheie ale proiectării contemporane atacate sub aspect bioclimatic.

3.

PROIECTUL BIOCLIMATIC DE ARHITECTURĂ ÎN PERSPECTIVA UNEI DEZVOLTĂRI SUSTENABILE

3.1 Conceptul de sustenabilitate în cadrul proiectului de arhitectură

Discursul care se naște în jurul conceptului de sustenabilitate se bazează de cele mai multe ori pe articularea principalelor trei componente ale sale. Într-o manieră echilibrată, cadrul social, cel economic și mediul natural pot fi astfel controlate pentru a conduce către o evoluție menită să nu compromită întreaga gamă de resurse pe care omul le are la îndemână: energetice, economice, culturale etc..

Numeroase retrospecții istorice redau imaginea omului din trecut care trăia în sintonie cu teritoriul înconjurător, gestionând spațiul în mod armonios și respectând legi nescrise ale spiritualității, constituite întocmai pentru a nu deranja echilibrul din jurul său, până la nivel astral. Cu toate acestea, numeroase exemple dovedesc faptul că omul a fost în același timp un dăunător pentru ambientul său. Este importantă realizarea faptului că acesta a fost însă strâns legat de resursele locului în care își desfășura activitățile, folosindu-le până la epuizare. Ceea ce a făcut întotdeauna diferența a fost proporția acțiunilor sale de consumator al resurselor unui teritoriu. Exemplele de acest fel au survenit atunci când, raportat la teritoriul avut la dispoziție, numărul oamenilor aparținând unei comunități și nivelul ridicat al consumului, au creat dezechilibre semnificative. Putem aminti în acest sens cazul *Easter Island* și distrugerea ecosistemului existent de populațiile băștinașe²⁵, precum și exemplul civilizației romane, prin acțiunile masive de defrișare a pădurilor de pe teritoriul actual al Romei.

Pe fundalul evoluției civilizației umane și creșterea semnificativă a acțiunilor sale de consum a resurselor la nivel planetar, s-a recurs la programe și politici ambientale, menite să reducă aceste efecte. Cu

²⁵ Lechner R., (2001), p. 12.

siguranță că din gama variată a acestora, principiile dezvoltării durabile dețin cel mai important rol, prin faptul că reprezintă obiectivul major al intereselor omului în sensul unui „viitor comun”²⁶. Făcând referire directă la proiectarea din domeniul arhitecturii, este pusă în discuție o activitate care atinge toate cele patru elemente componente inițiale ale conceptului sustenabilității: mediul economic, mediul social, mediul natural și mediul cultural. De aceea, un proiect care abordează acești piloni, poate fi considerat complet dacă va fi rezultatul unei colaborări între specialiști provenind dintr-un spectru larg. Deoarece în competența arhitectului intră gestiunea managerială a proiectului, o atenție particulară va reveni chestiunilor de ordin estetic, tehnic, cultural, social și economic.

În cele ce urmează se vor dezbate aspectele teoretice care definesc înțelegerea proiectării bioclimatice în cadrul principiilor dezvoltării durabile, în spiritul obiectivelor tezei, deja enunțate.

3.2 Definirea proiectării bioclimatice în contextul conceptelor eco-compatibilității construcțiilor

Discursul științific din domeniul proiectării sustenabile în arhitectură cunoaște astăzi o perioadă în deplină fază de maturitate. Acest lucru este demonstrat și în domeniul practicii proiectării, unde abordarea sustenabilă este inevitabilă. Spre facilitarea acestor aspecte, normele din domeniul protecției mediului înconjurător definesc parametri, limite, care odată legiferate dețin caracter de obligativitate.

Astfel, se dovedește a fi determinantă definirea termenului „bioclimatic”, în contextul proiectării de arhitectură. În cele ce urmează se va încerca o aprofundare a termenului în sine, o amplasare în contextul conceptelor dezvoltării durabile, dar și o evidențiere a locului pe care îl deține în cadrul ansamblului de noțiuni din domeniu.

3.2.1 Aspecte introductive cu privire la „devenirea” proiectării bioclimatice

a) Proiectul de arhitectură, din perspectiva lui Victor Olgyay

Cartea „*Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*” publicată pentru prima dată în anul 1963, are meritul de a fi

²⁶ Din sintagma *Our common future*, (Viitorul nostru comun), conform Raportului Brundtland 1987.

prima lucrare complexă care dezbate, în mod metodologic și puternic fundamentat științific, o altfel de abordare în raport cu tradiția proiectării moderne a timpului său. Reprezintă unul din textele de referință pentru studiul proiectării bioclimatice. Frații Victor și Aladar Olgyay au propus în primul rând, o schimbare de paradigmă în tot ceea ce avea să devină arhitectura promovată de mișcarea naturalistă. Cartea apare după o succesiune de articole și lucrări de cercetare²⁷ ce urmăresc aceeași temă încă de la începutul anilor '50²⁸.

Precum sugerează și titlul, lucrarea își propune să aprofundeze o metodologie de proiectare care face legătura între două direcții de studiu, cunoscute până în acel moment, în rândul profesioniștilor: „bioclimatologia” și „regionalismul critic în arhitectură”. Cu această ocazie, profesia de arhitect avea oportunitatea de a-și lărgi sfera de studiu, pentru a concepe clădiri confortabile, care presupun folosirea unor consumuri reduse de resurse naturale și un impact pozitiv asupra mediului.

Reflectând la cele relatate anterior, se poate afirma că opera fraților Olgyay reprezintă piatra de temelie a proiectării bioclimatice în arhitectură, cei doi fiind considerați pionierii proiectării bioclimatice²⁹. Ulterior, personalități precum Baruch Givoni, Steven Szokolay ș.a., au contribuit la dezvoltarea teoretică a literaturii de specialitate din domeniul proiectării bioclimatice.

În rândurile ce urmează, fără a urmări o dezvoltare detaliată, se propune clarificarea generală a celor două concepte pe care se bazează teza „*Design with Climate*”: bioclimatologia și regionalismul în arhitectură.

b) Bioclimatologia

Conform dicționarului de specialitate, bioclimatologia reprezintă știința care se ocupă cu studiul influenței climei asupra ființelor vii (om, floră, faună). Are ca domeniu principal de investigație relația dintre ființele vii și mediul în care acestea trăiesc. Ca ramură științifică, bioclimatologia face parte din familia ecologiei și are ca obiect particular de studiu factorii

²⁷ http://www.myetymology.com/encyclopedia/Victor_Olgyay.html; (Printre articole amintim: „The temperate house” (1951); „Bioclimatic Approach to Architecture”; „To pave to bioclimatical control and orientation to meet requirements”(1954); „Application of climate dates house design” (1954); „Sun orientation”; „Environment and building shape” (1954); „To pave to control and shading device” (1957));

²⁸ Salmon, C., (1999),p. 116;

²⁹ http://www.myetymology.com/encyclopedia/Victor_Olgyay.html

climatici în relația lor cu ființele vii³⁰, respectiv condițiile de adaptare a acestora la climat.

Inițial, studiul climatologiei a fost preponderent utilizat în domeniile meteorologiei sau al agriculturii³¹, însă ulterior, odată cu aportul științific al fraților Olgyay, acesta devine preluat, adaptat și aplicat în proiectarea spațiilor.

În cadrul bioclimatologiei sunt implicate diverse alte domenii conexe care sprijină înțelegerea fenomenelor în ansamblu, precum: termodinamica, fizica energetică, genetica, științele biologice sau botanice ș.a.. Într-o abordare generală, bioclimatologia se regăsește la punctul de intersecție dintre fizică și biologie³². Această caracteristică este importantă pentru perceperea limitelor de interes ale bioclimaticii, în scopul înțelegerii sferei de activitate ale proiectării bioclimatice, așa cum se propune în prezenta publicație.

c) Regionalismul în arhitectură

Deși fenomenul de globalizare este un aspect central în contextul discursului contemporan, înțelegerea sa curentă ascunde riscurile fenomenului de uniformizare culturală. Acest lucru, pe lângă aspectele pozitive pe care le implică, nu ar aduce o cunoaștere superioară a lucrurilor, ci mai degrabă o plafonare la nivel global, cu riscul pierderii identităților locale. Uniunea Europeană poate fi considerată un exemplu pozitiv în acest sens întrucât, pe fundalul creării unei mari congregații formată din teritorii cu valori extrem de variate, susține conceptul de conservare și valorificare a identităților regionale. Această idee se dovedește compatibilă cu convingerile lui Victor și Aladar Olgyay, confirmând valabilitatea tezei propuse de aceștia.

Prin regionalism este susținută ideea de internaționalitate și globalizare, dar valabilitatea acestor noțiuni trebuie gândită sub formă de concepte și politici generale strategice, precum cele destinate protecției mediului și a resurselor naturale și flexibile, în același timp, în raport cu identitatea regională cu caracter cultural, climatic, geografic etc.. În acest context, recunoașterea valorilor regionale se dovedește a fi o direcție de gândire coerentă în raport cu proiectarea de arhitectură, cu atât mai mult cu cât domeniul edificării este strâns legat de teritoriu.

³⁰ Parcevaux. de S., (2007) p. 3;

³¹ Izard, J-L, (1982), p. 17;

³² Parcevaux. de S., (2007), p. 3;

Regionalismul în arhitectură este rezultatul evoluției fenomenului arhitectural, un demers fundamentat pe baza unor dezbateri teoretice în acord cu particularitățile diverse pe care le deține un anumit amplasament. Conceptul presupune considerarea aspectelor de natură climatică, culturală și tehnologică, fiind unicul răspuns corespondent unui anumit loc și unui anumit moment³³. Trăsăturile culturale ale locului au fost generate în mare măsură de condițiile bioclimatice specifice unui anumit teritoriu. Desigur că sfera de înțelegere a acestei afirmații trebuie extinsă și aplicată la nivel teritorial în ansamblu, luând în considerație diversele caracteristici geografice: pornind de la formele de relief, prezențe de apă, structură și textură peisajeră și ajungând până la floră, faună și demografie.

Pe fundalul principiilor regionalismului, se dezvoltă teoretic „regionalismul critic”, născut ca reacție la realizările de arhitectură necontextuale ale mișcării moderne. Acesta a fost unul dintre curențele care au sprijinit latura naturalistă a modernismului și a contribuit la modificarea percepției obiectului de arhitectură văzut ca un instrument capabil să preia toate aspectele negative ale unui sit, indiferent de poziționarea sa geografică. Este important de menționat, citând-o pe Suha Özkan, faptul că, din sfera fenomenului mișcării moderne considerat în ansamblu, arhitecturii modernismului regional nu au renunțat la modernism ci la latura internaționalistă a acestuia³⁴.

La originea modernismului, mișcarea romantică a constatat într-o privire spre trecut și o reconsiderare a unor valori dezvoltate în mod sistematic pe fundamentul adaptării la necesitățile esențiale utilizând resursele sale cele mai familiare. În acest fel este rechemat modelul arhitecturii vernaculare. Suha Özkan diferențiază la nivel teoretic vernacularul și regionalismul modern, specificând faptul că limitele celor două sunt destul de asemănătoare³⁵, deoarece ambele se dezvoltă pe baza „lecției trecutului”.

Dacă privim din punct de vedere stilistic, regionalismul se manifestă mai mult ca o atitudine de proiectare decât ca un stil de arhitectură³⁶. Pe parcursul strategiei de proiectare alese, a pune accent pe caracterul locului presupune în primul rând interpretarea sa. Din acest punct de vedere se dovedește o măsură limitată considerarea unui

³³ Yadav, M.A., (2008), pp. 132, 133;

³⁴ Özkan, S., în Powell, R., Ed., (1985), p.12;

³⁵ Özkan, S., în Powell, R., Ed., (1985), p.8;

³⁶ Heath, K.W., (2009), p. xiii;

amplasament doar ca un loc geografic, unul al tradiției sau al imaginii; acesta este mai presus de toate, un loc al interpretării³⁷. De aceea, putem afirma cu siguranță că, în domeniul unei profesii care se preocupă de modelarea spațiului, acest lucru este esențial, iar stilul de arhitectură nu este altceva decât o materializare a acestei imagini metaforice.

Arhitectura contemporană românească se confruntă astăzi cu o problemă de interpretare a realizărilor, generată înainte de toate de o chestiune aparținând sferelor culturale și economice. Din perspectiva tematicii regionalismului, în mod particular în spațiul cu puternice valențe cultural-estetice, din nevoia de ilustrare a recente prosperități, comanditari de arhitectură și totodată arhitecți neafiliați unor valori estetice fundamentale, contribuie de cele mai multe ori la invadarea peisajului cultural, cu precădere în spațiul extra-urban. Dacă în alte perioade anterioare prosperitatea materială era reflectată în imagini arhitecturale acordate la limbajul estetic, discrepanța culturală care caracterizează astăzi societatea românească se reflectă în dezechilibrul arhitectural, ieșind din sfera unei interpretări cu caracter regional. Astfel, putem trage concluzia că arhitectura contemporană românească se adaptează în cea mai mare parte spiritului globalizării într-o manieră ne-sustenabilă iar rolul arhitectului devine unul extrem de important, cel al unui mediator cultural.

Odată definiți termenii din punct de vedere al originii acestora, în cele ce urmează vom dezvolta înțelegerea sensului lor prin aplicarea în domeniul proiectării de arhitectură, dorindu-se în mod particular clarificarea ariei de studiu și preocupare, în contextul sferei largi pe care o implică realizarea unei clădiri sustenabile. În paralel, se va urmări modul în care aplicarea bioclimatologiei în arhitectură interferează cu alte științe similare.

3.2.2 Concepte ale dezvoltării sustenabile (durabile) în arhitectură

Fără îndoială, arhitectura este „știința” și „arta” de a crea spații. Extinzând această înțelegere a termenului de arhitectură, se intenționează clarificarea definirii unor concepte mult răspândite în literatura de specialitate curentă, precum și în preocuparea arhitecților contemporani: domeniul dezvoltării durabile în sectorul construcțiilor sau, sub altă formă, „sustenabilitatea construcțiilor”.

Judecând afirmațiile lui Amjad Almusaed în termeni teoretici, „clădirea” poate fi considerată o politică în cadrul proiectării, în timp ce

³⁷ *Idem*, p. 3;

termenul „arhitectură” reprezintă o strategie. Pornind de aici, putem deduce faptul că arhitectura este o știință bazată pe planificare, care presupune considerarea unei multitudini de măsuri politice³⁸.

Abordarea contemporană a proiectului de arhitectură implică o gamă largă de specialități care îi conferă o complexitate deosebită. În acest tip de atacare a procesului de proiectare, viziunea unui proiect sustenabil este perspectiva principală a rezultatului final.

Gestiunea materiei și a diferitelor forme de resurse de energie, în scopul realizării unei investiții arhitecturale, implică diverse faze care adeseori nu sunt relaționate în mod direct. Din această cauză, pentru a le corela și transforma într-un edificiu construit, a fost introdus conceptul holismului în proiectarea de arhitectură sustenabilă. Astfel, diversele arii de specialitate fac parte dintr-un sistem procedural coerent, guvernat de principiile dezvoltării durabile. Efectul generat de acest tip de viziune este superior simplei însumări a factorilor implicați. Sintagma arhitectură eco-compatibilă³⁹ cuprinde o sumă de concepte care, coroborate, redau o viziune holistică, complet nouă față de procesul de proiectare cu care arhitecții au fost obișnuiți până acum treizeci de ani.

În cele ce urmează, se va integra o serie de noțiuni care gravitează în jurul conceptului de proiectare sustenabilă, în scopul de a clarifica și certifica înțelegerea științifică a termenilor, pentru a evita utilizarea eronată a acestora atât în limbajul de specialitate, cât și în cel curent.

a) Conceptul sustenabilității în arhitectură

„Dezvoltarea durabilă (sustenabilă) urmărește satisfacerea nevoilor prezentului, fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoile.”⁴⁰

Pe fundamentul acestei definiții, construirea de edificii presupune un aport material deosebit, întrucât contribuie în mod semnificativ la mari consumuri energetice provenite din resurse (convenționale / hidrocarburi), furnizate de mediul natural. Lipsa unui echilibru în exploatarea acestora s-a

³⁸ Almusaed, A., p. vi;

³⁹ Grosso, M. (2004), p.34. În fond se vorbește despre o arhitectură compatibilă din punct de vedere ecologic.

⁴⁰ Definiția dezvoltării durabile extrase din Raportul Brundtland: „Our common Future”;

dovedit a avea efecte extrem de riscante pentru bunăstarea cadrului natural. Figura 4 ilustrează domeniul dezvoltării durabile (sustenabile), așa cum au apărut în forma inițială a conceptului, în raport cu cele trei elemente componente esențiale ale sale: mediul social, economic și natural. Aria de lucru a arhitecturii acoperă toate cele trei paliere, într-o mare măsură. Dată fiind amploarea conceptului, pornind de la *General Conference of UNESCO - "Universal Declaration on Cultural Diversity"* (Paris, 2 nov. 2001) și *ICOMOS XVII General Assembly – The Paris Declaration "On heritage as a driver of development"* (Paris, 2 dec. 2011), acestora li se poate adăuga și un al patrulea element, cel al mediului cultural (Fig. 4, 5). Această viziune completează perceperea proiectului bioclimatic prin prisma conceptelor regionalismului, tratat anterior.

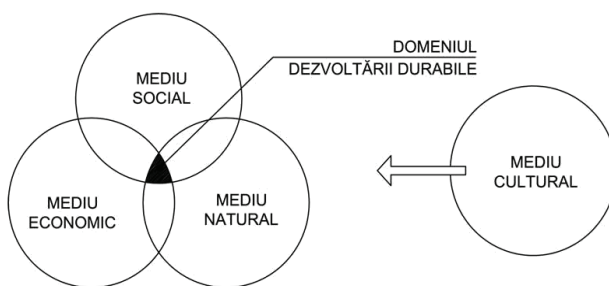


Fig. 4 – Componentele dezvoltării durabile (sustenabile), așa cum sunt astăzi cunoscute și răspândite în mediile profesional și științific
(Sursă: adaptare elaborată de autor)

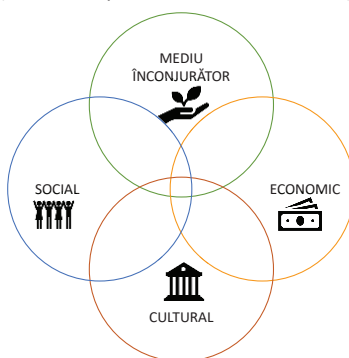


Fig. 5 – Cei patru piloni ai dezvoltării durabile (sustenabile), așa cum sunt astăzi cunoscuți și răspândiți în mediile profesional și științific
(Sursă: adaptare elaborată de autor)

În mod curent, literatura de specialitate folosește termenul „arhitectură sustenabilă” pentru a defini acel tip de proiectare care acoperă în mod holistic totalitatea aspectelor dezvoltării durabile aplicabile domeniului construcțiilor.

În urmă cu zece ani, *The American Institute of Architects*⁴¹ identifica zece măsuri care conduc la îndeplinirea condițiilor necesare realizării arhitecturii sustenabile⁴²; dintre acestea, se remarcă poziția proiectării bioclimatice ca o măsură distinctă:

1. Proiectare și Inovație (*Design & Innovation*)
2. Proiectare Regională și la nivelul Comunităților (*Regional/Community Design*)
3. Utilizarea terenului și Ecologia sitului (*Land Use & Site Ecology*)
4. Proiectare Bioclimatică (*Bioclimatic Design*)
5. Lumină și Aer (*Light & Air*)
6. Circuitul Apei (*Water Cycle*)
7. Fluxuri Energetice și Viitor Energetic (*Energy Flows & Energy Future*)
8. Material și Construcție (*Material & Construction*)
9. Viață îndelungată, Adaptabilitate Ușoară (*Long Life, Loose Fit*)
10. Înțelegere Colectivă și Cicluri de Feedback (*Collectiv Wisdom and Feedback Loops*)

În aceeași manieră, într-o altă sursă, R. Lechner identifică o listă a priorităților unei intervenții sustenabile⁴³.

1. Economia de energie: proiectare și realizarea clădirilor eficiente din punct de vedere energetic. (*Save Energy: Design and build energy-efficient buildings*)
2. Clădiri reciclabile: Utilizarea clădirilor și infrastructurilor existente în favoarea dezvoltării extensive. (*Recycle Buildings: Utilize existing buildings and infrastructure instead of developing open space*)
3. Crearea de comunități: conceperea comunităților în scopul reducerii dependenței de automobile și a creării simțului comunitar. (*Create Community: Design communities to reduce dependence on automobiles and to foster a sense of community*)

⁴¹ Institutul American al Arhitecților;

⁴² <http://www.aia.org/practicing/groups/kc/AIAS074684> și Sarté, S.B., (2012), p. 46;

⁴³ Lechner R., (2001), p. 19, (trad. noastră).

4. Reducerea utilizării materialelor: proiectare optimizată în sensul utilizării unor spații de dimensiuni reduse și utilizarea eficientă a materialelor. (*Reduce Material Use: Optimize design to make use of smaller spaces and utilize materials efficiently*)
5. Protejarea și intensificarea sitului: preservarea sau restituirea ecosistemelor locale și a biodiversității. (*Protect and Enhance the Site: Preserve or restore local ecosystems and biodiversity.*)
6. Alegerea materialelor cu impact redus asupra mediului: specificarea impactului ambiental scăzut, materiale din resurse eficiente. (*Select Low-Impact Materials: Specify low-environmental-impact, resource-efficient materials*)
7. Maximizarea duratei de viață: proiectare pentru durabilitate și adaptabilitate. (*Maximize Longevity: Design for durability and adaptability*)
8. Economia de apă: proiectarea de clădiri și suprafețe cu utilizare rațională a apei. (*Save water: Design buildings and landscapes that are water-efficient*)
9. Realizarea unor clădiri sănătoase: asigurarea unui microclimat sigur și confortabil. (*Make the Buildings Healthy: Provide a safe and comfortable indoor environment*)
10. Minimizarea deșeurilor de construcție și demolare: restituire, reutilizare, reciclarea deșeurilor din șantier, practicarea ecologismului în mediul de afaceri/investiții. (*Minimize Construction and Demolition Waste: Return, reuse, and recycle job-site waste, and practice environmentalism in your business*)
11. Investiții „verzi”: minimizarea impactului ambiental a practicilor de afaceri și propagarea acestei abordări. (*"Green Up" Your Business: Minimize the environmental impact of your own business practices, and spread the word*)

În prima serie de caracteristici susținută de *The American Institute of Architects*, proiectarea bioclimatică este expusă în mod distinct deși, prin accepțiunea lucrării de față se pot include și alte atribute enunțate în paralel. Prin cea de-a doua ipostază prezentată, se remarcă faptul că trăsături caracteristice proiectării bioclimatice nu sunt specificate în mod direct însă pot fi extrase punctual din temele care tratează subiecte asemănătoare, precum economia de energie, realizarea unor spații ce asigură un microclimat confortabil, strategii de funcționare etc..

Urmând aceste tipuri de clasificare fără a fi considerate ca variante unice, prin prisma diverselor „curente” răspândite la nivel teoretic general, este posibilă extragerea concluziei că tematica proiectării bioclimatice reprezintă un segment distinct, clar definit în cadrul întregului proces de concepere și realizare a unei intervenții de arhitectură.

Dintr-o analiză amănunțită, prin prezentarea etapelor determinante din cadrul metodologiei de abordare a proiectului, se remarcă fazele de: analiză a caracteristicilor amplasamentului și raportul cu teritoriul; definire a principiilor care se adaptează concluziilor analizei; determinarea strategiilor de proiect în funcție de etapele precedente și adaptabilitate, în funcție de care se va genera configurația spațială și rezolvările de natură tehnică a soluției finale. Acestea vor fi pe larg enunțate și descrise ulterior, în capitolul destinat definirii și încadrării proiectului bioclimatic.

b) Temele arhitecturii eco-compatibile

Printr-o perspectivă mai detaliată asupra componentei de natură ambientală din domeniului dezvoltării durabile, regăsim ceea ce adeseori definim „arhitectură eco-compatibilă”, ca acea intervenție compatibilă din punct de vedere al impactului asupra mediului. Deși cei patru piloni ai sustenabilității interferează între ei, pentru o înțelegere cât mai clară, aspectele social și economic nu fac obiectul prezentului studiu.

În lucrarea de față, ținând cont de cele expuse, prin „eco-compatibilitate” se va înțelege acea caracteristică a proiectării, ce acoperă latura ambientală a arhitecturii sustenabile. Ariile de interes ale arhitecturii eco-compatibile cuprind toate ramurile care pot influența echilibrul ambiental, considerat la nivel planetar.

Richard Hyde identifică următoarele principii pe care le atribuie proiectării bioclimatice⁴⁴, dar care în fapt acoperă o sferă mult mai largă, identificându-se cu preocupările arhitecturii eco-compatibile:

- Confortul și sănătatea utilizatorilor;
- Restabilirea valorilor ecologice;
- Utilizarea sistemelor pasive;
- Utilizarea energiei regenerabile;
- Utilizarea materialelor sustenabile;
- Aplicarea sistemelor de gândire în cicluri de viață, evaluare și costuri;

⁴⁴ Hyde, R., pp. 41,42;

În limbajul comun al arhitecților dar și în multitudinea de texte de specialitate existente, sunt utilizați o serie de termeni atribuiți arhitecturii, care doresc să o definească: fie ca o asimilare a caracterului sustenabil înțeles în sens global, fie ca un câmp de studiu special dezvoltat pentru a acoperi un anumit segment specific eco-compatibilității din domeniul arhitecturii. De aceea, acest tip de ansamblul de expresii sunt puse din punct de vedere științific în fața unei necesități de fundamentare teoretică. Deosebim astfel expresii precum: arhitectură verde, arhitectură sustenabilă, eco-arhitectură, arhitectură ecologică, arhitectură solară, arhitectură bioclimatică, arhitectură pasivă, arhitectura bionică, arhitectura biofilă ș.a.m.d., pe care lucrarea de față nu își propune să le definească, ci doar să demarcheze în mod distinct limitele de interes ale proiectării bioclimatice. Aceste expresii nu își propun să reprezinte în mod independent un așa zis stil de arhitectură, ci mai degrabă abordări specifice, care pun accent pe una sau mai multe particularități ale proiectării sustenabile.

Pentru o cunoaștere detaliată a condițiilor de construire a unui edificiu eco-compatibil, „analiza amprente ecologice”⁴⁵ este o fază determinantă pentru succesul și buna evaluare a investiției realizate. Aceasta presupune studiul amplasamentului și a ciclurilor de viață ale resurselor și materialelor implicate în proiect, reprezentând partea inițială din cadrul acestuia, ca instrument de evaluare a impactului ecologic pe care îl are activitatea umană în teritoriu.

c) Conceptele arhitecturii eco-compatibile

Mario Grosso menționează prezența a trei direcții majore de preocupare, care susțin teoria proiectării eco-compatibile. Acestea, deși inițial manifestate individual și fără a avea o relație de interdependență, odată coroborate, constituie filioanele constitutive ale arhitecturii eco-compatibile. Acestea sunt reprezentate de „mișcarea ecologistă” apărută odată cu criza energetică din anii '70, folosirea „principiilor și tehnologiilor bioclimatice” după modelul propus de Olgyay și „bio-arhitectura” (*baubiologie*), cu accentul pus asupra sănătății oamenilor în raport cu mediul natural și edificii⁴⁶.

⁴⁵ Hyde, R., p. 2; Conceptul *ecological footprint analysis* se referă la ansamblul de analize ambientale și bioclimatice care caracterizează un amplasament, corelate la o largă scară teritorială, inclusiv ciclul de viață al materialelor;

⁴⁶ Grosso, M. (2004), p.35;

După același autor, abordarea eco-compatibilă a unui proiect de arhitectură e caracterizat de trei „paradigme”⁴⁷, teze fundamentate care, de-a lungul ultimilor ani au fost dezbătute prin larga literatură de specialitate, și acceptate astăzi în lumea specialiștilor din domeniu:

- i. *paradigma ecologică*;
- ii. *paradigma proiectării bioclimatice și utilizarea rațională a energiei*;
- iii. *paradigma ambientală*;

În teoria de arhitectură cele trei modele pot fi asimilate diverselor faze care au marcat evoluția fenomenului arhitectural în perioada modernă. O separare diacronică a lor nu poate fi luată în considerare întrucât, în diversele etape istorice, au fost momente în care au conlucrat, dar și altele în care făceau parte din curente cu viziuni opuse. Figura 6 ilustrează procesul evolutiv al abordărilor sustenabile în proiectarea de arhitectură și impactul aferent asupra echilibrului ecologic. Pentru o înțelegere mai cuprinzătoare, acestea vor fi detaliate în cele ce urmează.

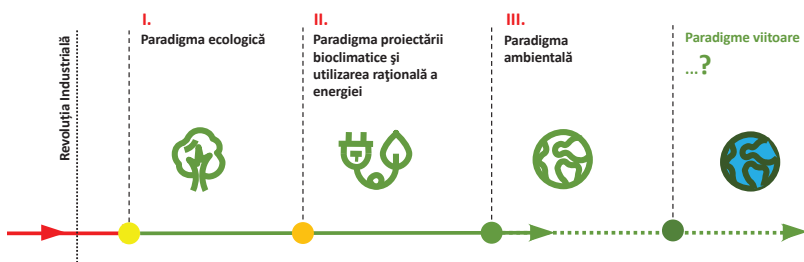


Fig. 6 - Paradigme ale abordărilor de proiectare în relație cu temele sustenabilității
(Sursa: elaborat de autor)

i. Paradigma ecologică

Dacă ne propunem să definim aria de studiu a ecologiei, preluarea sensului din limba greacă ne trimite la înțelegerea ei ca fiind știința care se ocupă cu studiul habitatului. Din cealaltă perspectivă, cea științifică, ecologia se ocupă cu studiul interacțiunii ființelor vii și a plantelor, cu mediul în care trăiesc. Din punctul de vedere al proiectantului, însăși arhitectura manifestă aceste preocupări, întrucât se interpune între om și mediul în care acesta trăiește. Până nu cu foarte mult timp în urmă, ni se ilustra

⁴⁷ *Ibidem*;

preocuparea omului pentru construcții care să îi deservească nevoilor sale esențiale. Pentru non-arhitecți, cunoașterea climei specifice locului în care aceștia trăiau, făcea parte din necesitățile și învățăturile transmise prin generații, reprezentând un mod de trai autentic. Erau cunoștințe intuitive, dobândite prin strânsul raport cu teritoriul, iar ținând cont de faptul că cei care construiau erau înșiși viitorii utilizatori ai spațiilor nou create, rezultatul era materializat în intervenții cu un minim impact la nivel ambiental.

„Arhitectura ecologică” este probabil expresia cea mai răspândită care se referă la arhitectura proiectată după regulile dezvoltării sustenabile. Din punct de vedere stilistic sau din cel al formei, aceasta este inspirată din lumea vie, sugerând organicitatea după care o guvernează. În mod particular, latura ecologică a arhitecturii studiază raportul dintre loc (amplasament), natură și arhitectură. Putem face din nou apel în acest caz la curentul regionalismului în arhitectură, pentru a defini o înrudire apropiată între cele trei elemente menționate anterior, dar transpuse în concepția arhitecților perioadei moderne.

„Arhitectura vernaculară” este un caz particular al celei de factură ecologică. Aceasta dezbate chestiunea edificării din punct de vedere intuitiv, dezvoltat empiric de-a lungul timpului, în comparație cu modul de abordare specific perioadei postmoderne, când s-a încercat o interpretare științifică a problematicilor edificării. Dacă în cultura vernaculară omul era strâns legat de cunoașterea și exploatarea teritoriului în care trăia, acest lucru astăzi este depășit pentru omul obișnuit, întrucât arhitectura s-a transformat în știință iar arhitectul specialist are capacitatea să își desfășoare profesia în orice parte a lumii⁴⁸.

Se poate spune că arhitectura ecologică imprimă astăzi o abordare care urmărește în principal o protecție strict naturală față de agenții externi. Reîntoarcerea în trecut poate fi percepută ca o regăsire a echilibrului din punct de vedere al folosirii resurselor energetice de origine fosilă. Rămâne totuși valabilă lecția trecutului aplicată modelelor și tipologiilor demonstrate ca viabile în timp. Putem aici să facem referire la doar două personalități de marcă ale modernismului, Le Corbusier și Frank Lloyd Wright, care deși au avut viziuni diferite în ceea ce privește concepția arhitecturii, interesele lor s-au intersectat prin preocuparea pentru: relația cu natura / spațiul verde, relația cu strada tradițională sau reinterpretarea acesteia, preocupările pentru igiena locuirii și sănătatea locuitorilor. La aceștia percepem așadar o viziune ecologică asupra arhitecturii moderne.

⁴⁸ Izard, J-L, (1982), p. 11;

Cultura vernaculară de a construi implică diverși factori care definesc obiectul arhitectural: clima, aspecte culturale și tradiționale, aspecte religioase, economice, de apărare, materiale, tehnologie, toate elemente care generează sau caracterizează forma arhitecturală. Dintre acestea, în opinia lui Helena Coch, clima joacă rolul principal.⁴⁹

Este corect faptul că principii specifice atribuite arhitecturii bioclimatice sunt prezente în domeniul vernacularului, însă generalizarea acestui lucru prezintă în limbajul curent riscul căderii într-un clișeu, justificată prin apariția târzie a ramurii de studiu. Totuși, arhitectura vernaculară stă ca fundament în experimentarea și folosirea îndelungată a acestor principii dar mai ales verificarea valabilității pe termen lung a acestora.

ii. Paradigma proiectării bioclimatice și utilizarea rațională a energiei

Din aria vastă de posibilități de abordare a unui proiect sustenabil, „*arhitectura bioclimatică*” se delimitează în mod distinctiv prin complexitatea aspectelor pe care le ia în calcul. Așa cum este exprimat prin denominarea termenului, conceptul gravitează în jurul științei care îi poartă numele, bioclimatologia. Trăsătura esențială a arhitecturii bioclimatice este aceea de „a construi cu clima”⁵⁰. Sunt puse astfel în scenă aspectele climatice și modul în care acestea determină modificarea în timp a condițiilor de dezvoltare și modificare ale organismelor. Studiul arhitecturii din acest punct de vedere presupune luarea în calcul a factorilor climatici și modul în care aceștia pot determina logica de configurare a unui spațiu urban sau a unui edificiu. Fenomenul a luat amploare odată cu criza de petrol a anilor '70, când au început să se conștientizeze riscurile dependenței de resursele naturale convenționale (fosile).

O astfel de tratare implică o bună capacitate de evaluare a caracteristicilor climatice ale amplasamentului și a resurselor existente, precum și utilizarea eficientă a acestora. Deducem deci, faptul că o abordare bioclimatică se deosebește de procedeele curente de proiectare prin caracterul său științific. În scopul proiectării unui edificiu cu un aport energetic pozitiv, se apelează la surse de energie neconvenționale, regenerabile.

⁴⁹ Coch, H., în Gallo, C. et. al., (1998), p. 71;

⁵⁰ Izard, J-L, (1982), p. 10;

Pentru Ken Yeang, proiectarea bioclimatică implică îndeplinirea a trei condiții: consum redus de energie, clădire pasivă și confort interior⁵¹, toate aspecte interdependente.

Edificiile bioclimatice pot fi construcții care, folosind sisteme de captare și utilizare a energiei neconvenționale își manifestă autonomia în funcționare, putând deveni la rândul lor „obiecte” furnizoare de energie.

În mod cert, nu putem vorbi despre arhitectura bioclimatică ca despre un stil de arhitectură, căci este inoportună asocierea cu o astfel de problematică. O putem însă considera ca fiind mai degrabă un mod de a proiecta sau o atitudine, care atinge un anumit tip de abordare în procesul proiectării.

Cristina Benedetti, autoarea primei lucrări din Italia dedicate subiectului, amendează noțiunea de arhitectură bioclimatică drept o expresie împrumutată, un „neologism poate impropriu” care însă conferă o optică lărgită asupra proiectării⁵². Lui Nicoletti, utilizarea termenului „bioclimatic” nu îi este comodă, deși recunoaște că este singurul care cuprinde o amplă scară a tematicii de față, deoarece i se pare superficială afirmația conform căreia arhitectura e făcută pentru a îndeplini necesități biologice și nu trebuie să se rezume la nevoia de a crea un climat pentru utilizatorul de spațiu⁵³.

În jurul conceptului de arhitectură bioclimatică, o interesantă abordare propusă de colectivul de la *Manchester School of Architecture*, susține prezența a trei sfere de interes⁵⁴. În acest context, proiectarea bioclimatică este privită ca un fir de legătură, iar amplasamentul (locul) reprezintă fundamentul studierii sale. Cele trei se deosebesc astfel:

- » *Principiul sinergiei (asocierea diferitelor elemente, pentru a îndeplini un anumit efect)*: concepția clădirilor după modelul de funcționare al ființelor vii; se pot deduce efecte asupra tehnologiei și formei arhitecturale;
- » *Principiul sinesteziei (generarea de efecte senzoriale diferite la un același impuls)*: conceperea spațiilor ca interpretări ale amplasamentului conduce la soluții sustenabile; se deduce rolul percepției umane în

⁵¹ Yeang, K., (1996), p. 8; (*low energy; passive building; better occupant comfort*).

⁵² Bacigalupi, V. în Benedetti, C., Bacigalupi, V., (1980), p. 2;

⁵³ Nicoletti, M., (1998), p.17; „*Mi sembra superflua la necessità di ribadire che l'architettura è fatta per essere biologici, come gli uomini, ed è sminuente affermare che tutto il tema energetico, in architettura, si esaurisca nella realizzazione di un «clima».*”

⁵⁴ <http://www.msa.ac.uk/colleges/bioclimatic/>

determinarea conceptului de arhitectură; de aici reies elemente precum principii, idei, cu efecte asupra alegerii formei, texturilor, materialelor; varietatea conceptuală în raport cu datele locului este o variabilă ce ține de personalitatea și capacitatea inovativă a conceptorului.

- » *Principiul sincroniei (funcționarea simultană a elementelor unui același sistem precum și a sistemelor diferite, bazându-se pe inter-relaționare, având efect la nivel teritorial - timp și spațiu):* dispersarea conceptelor și modelelor pozitive de proiectare la nivel teritorial, conform modelului funcționării ecosistemelor pe baza principiului de inter-relaționare a componentelor; se urmărește aplicarea în mod sistematic a tehnologiei și a diferitelor principii de proiectare, apelându-se la tehnologia de ultimă generație în domeniul energiilor regenerabile etc; arhitectura realizată după criterii bioclimatice poate fi considerată ca un factor care unifică variabila temporală, deoarece indiferent de raportarea cronologică ea nu își poate pierde valorile de timp și spațiu;

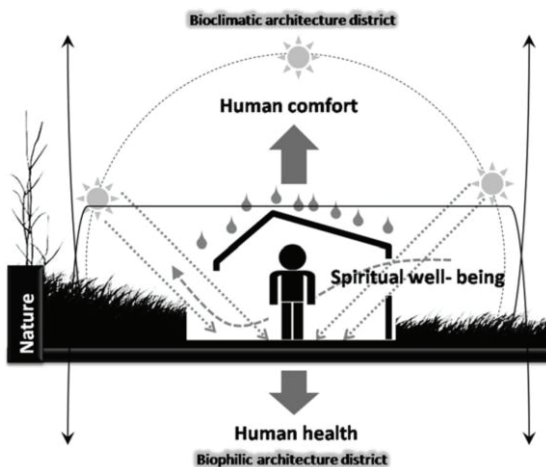


Fig. 7 – Relația între sferele de aplicare ale principiilor bioclimatice și biofiliei
[Almusaed, A., (2011), p. 10]

Referindu-se la două concepte din sfera eco-compatibilității, în cartea *Biophilic and Bioclimatic Architecture*, Amjad Almusaed ilustrează aria de preocupare a componentei bioclimatice din cadrul unui proces de proiectare, schematizând relația dintre latura biofilă și cea bioclimatică a

arhitecturii (vezi Fig. 7)⁵⁵. În comparație cu latura biofilă ce se referă la integrarea naturii în mediul construit, ca element fizic, circumscripția arhitecturii bioclimatice atinge latura de schimburi energetice la nivelul fenomenelor climatice și rolul lor în reglarea confortului uman. Pentru autor, conceptul *biophilic architecture* (arhitectură biofilă) reprezintă o nouă optică în ceea ce privește concepția în arhitectură. Este un răspuns al consecințelor negative ale activității oamenilor în ceea ce privește utilizarea resurselor pământului. Se pornește de la premisa că omul este în mod genetic, instinctiv legat de natură. Arhitectura convențională dorește să răspundă nevoile de bază ale oamenilor, pe când arhitectura biofilă își propune să satisfacă nevoi superioare: inspirație, vigoare, siguranță față de mediu. Astfel se arată beneficiile implicării naturii, privită ca parte integrantă a procesului de creație arhitecturală⁵⁶. Mergând mai departe, putem să sintetizăm aceste componente și să identificăm aspectele ce țin de confortul și sănătatea omului, prin relaționarea celor două domenii: proiectarea bioclimatică și celei biofilă (vezi Fig. 8).

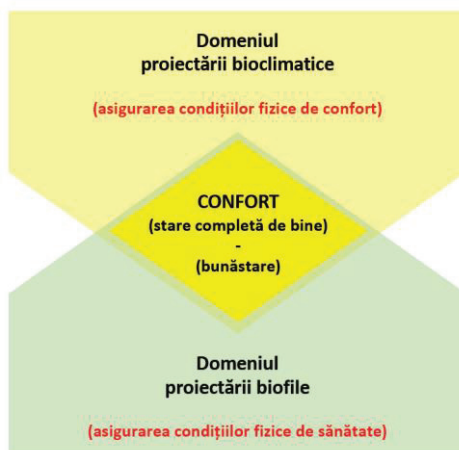


Fig. 8 – Identificarea componentelor de sănătate și confort în relație cu domeniile proiectării bioclimatice și biofile (Sursă: elaborat de autor)

⁵⁵ Almusaed, A., (2011), p. 10;

⁵⁶ *Ibidem*

„Arhitectura bioclimatică este acel model de arhitectură care optimizează concordarea energiilor cu mediul înconjurător prin intermediul proiectului de arhitectură”⁵⁷, afirma Federico Butera în tratatul său pe tema relației dintre arhitectură și mediul natural.

Arhitectura bioclimatică se ocupă cu studiul soluțiilor tehnologice adaptate la condițiile ambientale și climatice, în scopul de a atinge performanțe de confort în spațiile de interes.⁵⁸

Arhitectura bioclimatică este o „alternativă ecologică” de proiectare și „re-propune sistemul tradițional de gândire [...] acela de a construi în raport cu clima locală, dar implicând toate tehnologiile moderne care pot duce la reducerea consumurilor energetice”⁵⁹

Învățămintul de arhitectură din SUA din perioada anilor 1940-1950 a acordat o mare importanță condițiilor climatice specifice amplasării unei construcții, însă această tendință s-a pierdut odată cu anii '60, fiind înlocuită de alte principii, ca urmare a prețurilor scăzute ale combustibililor⁶⁰. Dora Francese identifică două etape esențiale în concepția expresiei de arhitectură bioclimatică: una înainte de anii '70 când s-au dezvoltat teoriile bioclimaticii și o alta, cea actuală, ale cărei probleme nu sunt doar energetice ci, globale, la scară ambientală⁶¹. Din acest discurs distingem arhitectura bioclimatică de generația I-a și a II-a. Dacă în prima fază interesul în folosirea sistemelor active și pasive era bidirecțional, dezvoltat pe două căi separate, în viziunea bioclimatică succesivă, o nouă generație le-a unificat, pentru a conlucra laolaltă în scopul îmbunătățirii condițiilor de mediu. Mai precis, prin alăturarea celor două tipuri de sisteme se obțin performanțe energetice superioare și este implicată o mai corectă abordare în ceea ce privește protecția mediului înconjurător (atenția pentru gestionarea consumului de apă, reducerea poluării etc.).

⁵⁷ Butera, F., (1995), p. 13 (trad. noastră);

⁵⁸ Sala, M.; D'Audino, E., (1997), p.21; „*L'architettura bioclimatica si occupa proprio dello studio delle soluzioni tipologiche e delle prestazioni dei sistemi tecnologiche che rispondono maggiormente alle caratteristiche ambientali e climatiche del sito e che consentano di raggiungere condizioni di benessere all'interno degli edifici.*”;

⁵⁹ Wienke, U., (1999), p.35; „*... ripropone l'antico sistema, tradizionalmente diffuso in tutto il mondo, quello cioè di costruire in rapporto al clima locale, alle sue variazioni stagionali e in base alle esigenze fisiologiche dell'uomo, impiegando però tutte le tecnologie moderne che possono contribuire alla riduzione dei consumi energetici.*”;

⁶⁰ Yeang, K., (1996), p. 22;

⁶¹ Francese, D., (1996), p. 8;

Astăzi are loc o mutație de interes, de la sistemul tehnologic ce a stăpânit o importantă perioadă de timp a mișcării moderne, la o nouă viziune, a sistemului „ambiental”. Una dintre personalitățile marcante ale acestei concepții, Ken Yeang susține ideea intervențiilor arhitectonice percepute ca organisme integrate în ecosistem, iar una din strategiile propuse este aceea de înlocuire a maselor anorganice cu unele organice, pentru a evita transformarea spațiilor antropizate în unele complet anorganice⁶². La nivel estetic, caracterul bionic al proiectării bioclimatice de a doua generație⁶³ își face puternic simțită prezența. Pentru Yeang, cadrul construit este un ansamblu care imită trăsăturile naturii, iar filosofia sa în proiectarea eco-compatibilă se bazează pe ideea că omul trebuie să construiască ecosisteme similare celor dezvoltate în mod natural⁶⁴. Pentru acesta, intervenția devine o chestiune de etică a omului și nu de economie.

Ultimele intenții de proiectare, susținute prin chestionarea utilizatorilor, deschid calea unei alte generații de abordări bioclimatice, care ating sfera naturalistă⁶⁵ la un nivel extrem de ridicat: apa și vegetația fac parte integrantă ale arhitecturii însăși. Astfel se schimbă relația om - natură, tinzând spre întoarcerea către originile ancestrale și primele forme de raport biologic.

Pornind de la cele de mai sus, se propune următoarea definiție⁶⁶:
Proiectarea bioclimatică este ansamblul de soluții care facilitează asigurarea exigențelor de confort într-un spațiu (interior sau exterior), prin adaptarea acestuia la condițiile climatice și resursele naturale ale amplasamentului, prin modelarea elementelor arhitecturale astfel încât să se recurgă la utilizarea maximală a măsurilor pasive și compensarea acestora cu măsuri active, minimizând utilizarea sistemelor care suportă consumuri energetice din surse convenționale.

Considerând arhitectura din perspectiva artelor vizuale, fără îndoială că forma este un aspect deosebit de important, în relație cu alți factori conecși. Dacă ne propunem să analizăm istoric fenomenul

⁶² <http://www.youtube.com/watch?v=tYONQW78qbE>

⁶³ Francese, D., (1996), p. 13;

⁶⁴ <http://www.youtube.com/watch?v=tYONQW78qbE>

⁶⁵ Francese, D., (1996), p. 16;

⁶⁶ Definirea aparține autorului, fiind o variantă îmbunătățită față de cea regăsită la Armenciu, D., (2009*), p.30;

arhitectural determinăm cu ușurință lungi perioade în care preocuparea pentru formă era preponderentă. De fapt, în practica curentă, profesia arhitectului se confruntă cu aceeași problematică. Dacă relația a doi factori esențiali, organisme vii – climă, reprezintă cheia studierii bioclimatologiei, din perspectiva lui Hyde, proiectarea bioclimatică în arhitectură presupune ca punct de interes și un al treilea element, ce deține o importanță echivalentă în raport cu cele două inițiale. Acesta este definit ca „procesul de configurare și forma unei construcții”⁶⁷. Figura 9 dorește să illustreze această viziune.

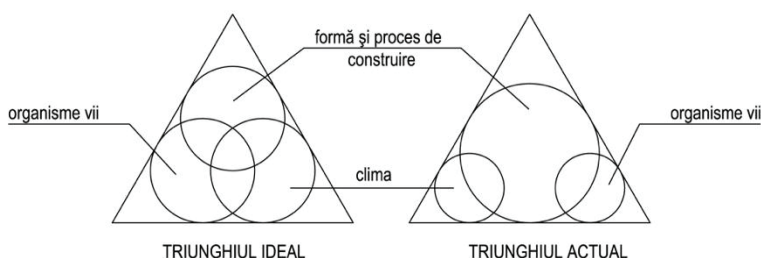


Fig. 9 – Ponderea celor trei factori ai unui edificiu sustenabil
[Adaptat după Hyde, R., (2008)]

iii. **Paradigma ambientală**

Ultima dintre cele trei paradigme ale arhitecturii eco-compatibile enunțate cuprinde spectrul de preocupare cel mai recent apărut în gestiunea proiectului de arhitectură.

În mod special în ultimii 25 ani s-a dezvoltat o direcție de analiză a circuitelor energetice ale produselor, care cuprinde toate fazele determinante pentru producția unui material sau a unui produs, pornind de la extracția materiilor prime și până la faza de post-utilizare. Cunoscută sub denumirea de *Life Cycle Thinking*, gestiunea ciclurilor de viață a devenit un instrument care garantează echilibrul resurselor de energie și al emisiilor nocive mediului înconjurător, respectând principiile dezvoltării durabile.

În aceeași categorie întâlnim sistemele de evaluare a sustenabilității clădirilor, care acoperă o gamă vastă de criterii de performanță în scopul clasificării și notării acestora cu mărci sustenabile

⁶⁷ Hyde, R., (2008), p. 1;

omologate. La o scară mai largă, protecția ecosistemelor naturale este o condiție iminentă în scopul preservării fondului natural existent.

În rândurile următoare se dorește particularizarea unui anumit tip de abordare, acela al filonului *baubiologie* sau în traducerea sa „bio-arhitectură” pentru a defini o tendință des întâlnită în practica curentă. Datorită câmpului teoretic particular pe care îl ocupă și fiind în strânsă corelare cu viziunea ecologistă și cea biofilă, bio-arhitectura se deosebește prin atenta grijă pentru domeniile fizicii, psihologiei, medicinei, biologiei sau a medicinei alternative. Sunt analizate prezența și influența câmpurilor electromagnetice, a gazelor radon, a substanțelor sau solvenților dăunători pentru organism, a componenței materialelor, a corectei funcționări a instalațiilor și echipamentelor construcțiilor, prezența germenilor, precum și studiul elementelor *feng shui*. O definiție a conceptului reflectă cele menționate: bio-arhitectura reprezintă un „curent de arhitectură de natură ecologică și sanitară care pune în centrul discursului sănătatea omului (efecte nocive datorate materialelor, instalațiilor, echipamentelor, factorilor naturali relaționați cu situl etc.)”⁶⁸.

Concluzionând, extragem faptul că paradigma ambientală presupune o abordare holistică ce reunește toate aspectele ecologice și bioclimatice anterioare, la care se adaugă o serie amplă de criterii menite să echilibreze impactul intervențiilor antropice asupra mediului înconjurător, promovând soluții care întrețin sănătatea omului.

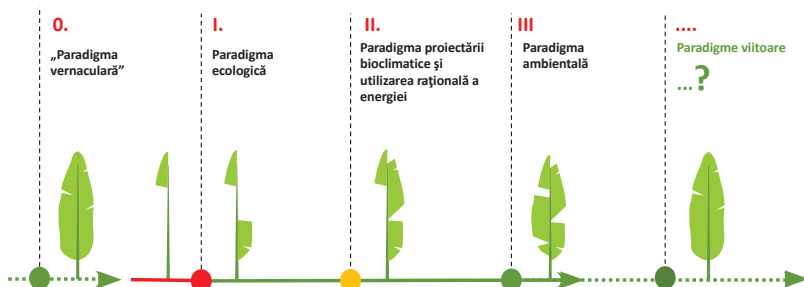


Fig. 10 - Paradigme ale abordărilor de proiectare în relație cu temele sustenabilității (Sursă: elaborat de autor)

⁶⁸ Wienke, U., (1999), p.42; (Trad. noastră) „Corrente architettonica di indirizzo ecologico e salustico che mette al centro dell’attenzione la salute dell’uomo negli ambienti costruiti (effeti nocivi derivanti da materiali, impianti, fattori naturali collegati al sito ecc.)”

Putem afirma așadar faptul că aceste modele (paradigme) nu au făcut altceva decât să reabiliteze etapizat valorile vernacularului în sensul redefinirii modului în care fondul construit, alături de activitățile umane și fluxurile specifice de energie necesare pentru a menține mediul antropic, interacționează cu mediul înconjurător (vezi Fig. 10).

3.3 Proiectul bioclimatic de arhitectură

Considerând gama largă de definiții atribuite abordării de natură bioclimatică a arhitecturii eco-compatibile enunțate anterior, se va evita în mod intenționat utilizarea sintagmei „arhitectură bioclimatică” întrucât, nu se poate face referire la arhitectura privită ca știință, ca fiind completă atunci când aceasta este nuanțată din perspectiva unui segment specific. De aceea, se va utiliza expresia de „proiectare bioclimatică” sau „proiect bioclimatic”, fiind înțeleasă ca o abordare particulară, integrată într-un sistem holistic ce generează complexitatea proiectului final al investiției de arhitectură.

În lucrarea sa, Victor Olgyay nu se referă la o arhitectură bioclimatică prin referire la terminologie, ci la o abordare regională a procesului de proiectare⁶⁹. Mai mult decât atât, într-o privire mai complexă, este important să menționăm faptul că principiile bioclimatice nu se aplică doar în cazul proiectării de edificii, ci și a spațiilor exterioare sau a spațiului urban.

Expresia arhitecturală a unei clădiri proiectată după principii bioclimatice, este rezultatul unui proces analitic, fundamentat științific în raport cu aspectele climatice externe și cele din interiorul spațiilor. Se poate deduce astfel faptul că edificiul devine un organism viu iar fiecare gest de control climatic este exprimat prin forme, texturi, culori etc.. Raportându-ne la experiența vernaculară, este important de menționat faptul că în locuri aparținând unor culturi diferite dar cu climă identică, soluțiile bioclimatice adoptate prezintă o multitudine de similarități⁷⁰.

O abordare sustenabilă presupune asimilarea proiectului de arhitectură cu suma de aspecte relaționate cu mediul, în timp ce tratarea specifică din punct de vedere bioclimatic, se referă în mod particular la faptul că economia de energie și implementarea unor politici de impact ambiental scăzut sunt măsuri generate de modul de integrare și adaptare a

⁶⁹ Olgyay, V., (1963), p.10;

⁷⁰ Coch, H., în Gallo, C. et. al., (1998), p. 71;

complexului de soluții generate în urma procesului de proiectare pentru a beneficia de condiții superioare de confort ⁷¹. În același context se precizează faptul că materialul de construcție ales pentru edificare nu este o condiție esențială a caracteristicilor bioclimatice, în sensul său de „material de construcție”, ci în acela al caracteristicilor pe care le deține și a prestației energetice în raport cu obiectivele propuse și potențialul energetic al sitului. Abordarea bioclimatică într-un proiect deține un potrivit caracter ecologic atunci când sunt luați în considerare și alți factori cu caracter sustenabil precum utilizarea materialelor și a resurselor energetice.

Conform uneia dintre definițiile sale, Ken Yeang afirma că cerința folosirii sistemelor pasive este primordială iar celelalte strategii active sunt secundare ⁷². De asemenea atenționează asupra faptului că o eroare în configurația clădirii urmează a fi corectată de un echipament mecanic ⁷³, ceea ce corespunde unui consum energetic inutil.

Orientarea spațiilor, relația dintre acestea în raport cu activitățile care se desfășoară aici, sunt alte câteva aspecte obligatorii de luat în seamă. În această manieră sunt cunoscute grilele climatice (*grille climatique*) ⁷⁴ propuse de Le Corbusier, ca parte integrantă a fazei conceptuale. Proiectarea bioclimatică este definită de Evans ca fiind „un proces de dezvoltare a conceptului și practicii de proiectare luând în considerare relația climă - confort - arhitectură” ⁷⁵. Acesta identifică anumite caracteristici pe care proiectul de arhitectură care abordează tematica bioclimatică ar trebui să le conțină ⁷⁶:

- tip de climă și exigențe specifice acestuia;
- microclimat: diagrame solare, regimul vânturilor, precipitații;
- adaptarea la confort termic;
- soluții vernaculare și contextuale;

⁷¹ Maciel, A.A., (2007), p. 8;

⁷² Yeang, K în Evans, J.M., (2007), p. 38. „Simply stated, bioclimatic design is the design of buildings that optimises all passive modes [...]. All these passive means need to be optimised in relation to the ambient climate of that latitude to achieve improvements in comfort levels better than the ambient conditions of the place. This must first be achieved through the use of non-active and hence non electromechanical means”;

⁷³ Yeang, K., (1996), p. 8;

⁷⁴ Gallo, C. în Nicoletti, M., (1998), p. 22;

⁷⁵ Evans, J.M., (2007), p. 24; *Development of the concept and practice of building design considering the relationship climate-comfort-architecture*

⁷⁶ Price & Meyers în Hyde, R., (2008), p. 4;

- metode și instrumente de evaluare;
- folosirea sistemelor pasive și active de aport energetic;
- exploatarea formei arhitecturale;

În cadrul proiectării, se deosebesc pe de o parte principii bioclimatice (elementele esențiale luate punctual) și pe de alta, strategii bioclimatice (strategia de funcționare energetică a clădirii în raport cu agenții climatici). Marco Sala numește „soluții bioclimatice”⁷⁷ acele strategii care compun arhitectura proiectată conștient față de procesele energetice din cadrul clădirilor și a ambientului înconjurător. În cercetarea de față acestea vor fi tratate ulterior în capitolele destinate acestor tematici.

Astfel, dintr-o perspectivă bioclimatică, arhitectura poate fi definită ca fiind modelarea spațială a activităților, în strânsă relaționare cu clima, în scopul îndeplinirii condițiilor de confort pentru om.

3.3.1 Proiectul de arhitectură, instrument al arhitectului

Proiectul de arhitectură reprezintă o „interpretare subiectivă a unor date obiective”⁷⁸. Indiferent de perioada și modul de concepere a spațiilor, acesta a reprezentat dintotdeauna instrumentul care leagă, prin intermediul interpretării, realitatea sitului de obiectivele propuse. Este pus în discuție un proces intelectual de modelare spațială a unor activități și distribuirea acestora în raport cu modalitatea lor de desfășurare, precum și a interacțiunii dintre acestea, raportându-le la contextul social, economic și simbolic. Se generează astfel fenomenul proiectării, acel act care, pornind de la dimensiunea imaginară, materializează la nivel de reprezentare grafică, modelul spațial al viitoarei intervenții antropice.

În spiritul lucrării de față, sensul conceperii și definirii spațiului este acela de a servi unui set de activități umane. Pornind de la această idee, este esențială perceperea actului proiectării ca instrument obligatoriu ce instaurează „regulamentul” de realizare a obiectivului. În această manieră, obiectivul reprezintă linia principală de ghidaj⁷⁹ pe parcursul întregului proces de proiectare, fiind nu doar generatorul acestui fenomen, ci și

⁷⁷ Sala, M. în Nicoletti, M., (1998), p. 49;

⁷⁸ Cajati, C., Picone, L., (1982), p. 16.

⁷⁹ *Ibidem*.

scheletul principal de evaluare și elementul cu ajutorul căruia se poate motiva luarea deciziilor în soluțiile finale.

Primul aspect, cel care generează actul proiectării, este instaurarea unor serii de obiective, de către un comanditar, entitate publică sau privată. Încă de la primele tentative de delimitare și/sau închidere a spațiului natural, scopul arhitecturii a fost acela de a marca limita proprietății și a realiza adăpostul, deci îndeplinirea instinctivă a unor nevoi fiziologice.

În cadrul procesului de proiectare se pot identifica două tipuri majore de operațiuni: (1) mentale, coordonate de activități de analiză, evaluare, interpretare sau decizie, respectiv (2) instrumentale, materializate prin diagrame, fișe analitice, scheme, reprezentare și ilustrare a proiectului.⁸⁰ Coroborate, acestea sunt componente strategice ale sistemului care generează rezultatul final, corespunzător îndeplinirii obiectivelor instituite (vezi Fig. 11). Se evidențiază așadar corelarea dintre cele două dimensiuni, generând mecanismul de concepere în cadrul procesului de proiectare în general.

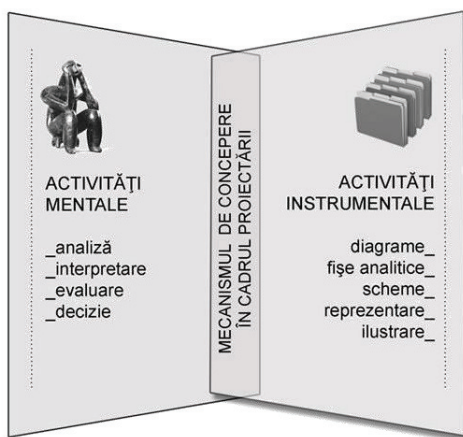


Fig. 11 – Mecanismul de concepere în domeniul proiectării
(Sursă: elaborat de autor)

După Fenix Theuerkorn, o nouă investiție de arhitectură trebuie să urmărească îndeplinirea a trei principii ce favorizează continuitatea și valabilitatea unei intervenții contemporane, sustenabile din punct de

⁸⁰ *Ibidem*.

vedere funcțional, în raport cu sistemul de valori al contextului⁸¹. În acest fel, acestea ar trebui să implice realizarea de: (a) ansambluri „scalabile”⁸², astfel încât funcționarea acestora să nu fie compromisă de creșterea sau descreșterea ulterioară a contextului socio-economic; (b) arhitecturi „flexibile”, capabile de a primi noi funcțiuni; (c) proiecte bazate pe principiul „adaptabilității”, pentru minimizarea efortului în timp⁸³. În acest sens, o investiție arhitecturală nu iese din sfera dinamismului contemporan, fapt pentru care implementarea unui mod sistemic de concepere, instituit pe parcursul procesului de proiectare, determină valabilitatea intervenției. Cele trei aspecte citate reprezintă din acest punct de vedere criterii calitative de evaluare aplicate la trecerea dintre diversele etape ale procesului.

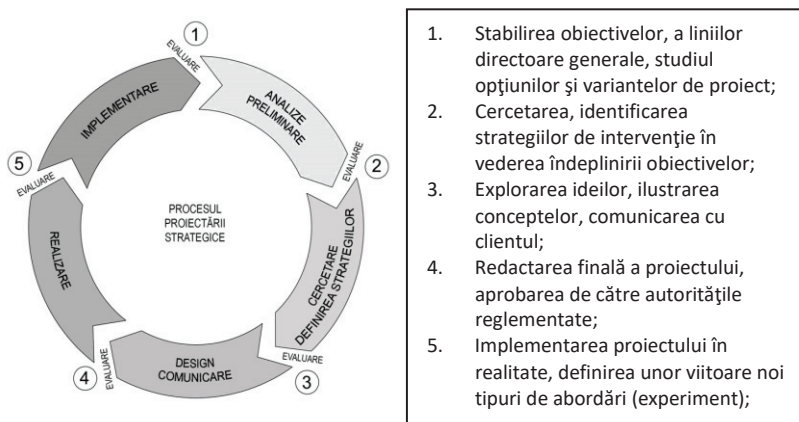


Fig. 12 – Schema procesului unei proiectări strategice
(Sursă: elaborat de autor).

În Figura 12 se remarcă ciclicitatea acestui fenomen și în mod particular importanța evaluării/verificării pentru a fi validată trecerea la faza succesivă⁸⁴. Evoluția de tip ciclic nu cunoaște un punct final, în măsura în

⁸¹ Theuerkorn, F., (2005), pp. 73, 74.

⁸² Din termenul englezesc *scalable* – trăsătură ce permite adaptabilitatea, în funcție de schimbarea dimensiunii.

⁸³ Theuerkorn, F., (2005), pp. 73, 74.

⁸⁴ Adaptat după <http://www.bigdesign.com/about/process.shtml>

care fenomenul proiectării de arhitectură privit la scară largă este predispus experimentului, situație care e fondată pe succesiunea fazelor istorice și totodată a ideologiilor corespunzătoare diferitelor epoci. Privită astfel, arhitectura nu iese din sfera creativului, adaptându-se în mod continuu la dinamica societății. În aceeași manieră, subiectul eco-compatibilității intervențiilor antropice reprezintă pentru contemporaneitate o responsabilitate deosebită pe care proiectantul trebuie să și-o asume.

În cazul concepției arhitecturale, urmărirea exactă a unei metodologii sau impunerea unei rețete de proiectare cu siguranță nu reprezintă soluții viabile întrucât arhitectura a operat dintotdeauna și în sfera intuiției, creativității, interpretării, esteticii, toate fiind trăsături extrase din personalitatea arhitectului⁸⁵. Ordinea efectivă a etapelor nu este identică în toate cazurile, însă relaționarea acestora reprezintă din punct de vedere sistemic o reprezentare logică de implementare la nivel macro-conceptual.

3.3.2 Importanța unei abordări bioclimatice în proiectarea contemporană

În proiectarea contemporană de arhitectură, cercetarea cunoaște o gamă largă de abordări; acestea au ca scop final găsirea unor soluții de intervenție apte să satisfacă toate cerințele pe care arhitectul, respectiv tema de proiect, le impun, considerându-le oportune pentru funcționarea corectă a unei clădiri. În acest context general, pe fundalul unor clare orientări ale profesioniștilor din domeniul construcțiilor către intervenții sustenabile, se întrevide necesitatea unei abordări holistice, care să acopere coroborarea unei game extinse de specialități. În proiectarea bioclimatică, cheia unui rezultat reușit, în care este implicată realizarea unui edificiu care să răspundă unui sistem complex de factori, în raport cu proprietățile climatice specifice ale locului și funcțiunile incluse în cadrul viitoarei investiții, este reprezentată de interferența dintre climatologie și cunoașterea proprietăților fizice care pot determina confortul utilizării unui anumit spațiu.

Deși în mod curent, prin instrumente legislative și normative, se întrevide o tendință de adoptare a unor măsuri vizând creșterea performanțelor energetice, în realitatea românească proiectarea este departe de a se baza pe rezolvări conceptuale care să integreze principiile

⁸⁵ Cajati, C., Picone, L., (1982), p. 49.

bioclimatice. Soluțiile alese se limitează adesea la termoizolarea suplimentară a anvelopantei sau la prevederea unor sisteme de valorificare a energiei solare. Din acest motiv, se dovedește a fi necesară adoptarea unui alt tip de abordare, care să cuprindă acele aspecte menite să imprime viitoarei intervenții un plus calitativ în ceea ce privește integrarea valorilor eco-compatibilității în mediul construit. Apelul formal la această direcție riscă de multe ori să devină o paradigmă ce susține orice strategie de marketing, în scopul promovării anumitor soluții, fără a avea o solidă fundamentare a realității. Ca atare, este esențială preluarea anumitor modele de proiectare experimentate deja ca soluții viabile, precum și adaptarea lor corespunzătoare unui anumit context teritorial, cultural și social.⁸⁶

Evaluarea calității unei intervenții arhitecturale sustenabile pornește de la o corectă proiectare, apoi continuă pe parcursul utilizării și, chiar mai mult, în faza de post-utilizare, toate etapele fiind însoțite de atitudini responsabile din punct de vedere ambiental. Privit în această manieră, întregul discurs gravitează în jurul ideii de menținere a echilibrului energetic și a emisiilor nocive asupra mediului înconjurător. Analizând clasele de activități desfășurate de către om⁸⁷, se remarcă prezența acestuia ca generator al dezechilibrului ciclului resurselor în toate straturile sale de influență. Privind în sens opus, printr-o mentalitate ambientală constructivă, acțiunea acestuia are capacitatea de a gestiona materia într-o manieră rațională. Astfel, proiectarea reprezintă una din fazele esențiale de introducere a parametrilor bioclimatici la nivelul spațiilor construite.

Tematica proiectării după principii sustenabile, așa cum a fost explicată în capitolul „Definirea proiectării bioclimatice în contextul conceptelor eco-compatibilității construcțiilor”, identifică adoptarea principiilor bioclimatice ca o entitate separată în paleta largă a condițiilor direcționale sustenabile. Pornind de la această premisă, teza de față propune un mecanism de proiectare pragmatic ce situează alegerile arhitecturale în sintonie cu complexitatea factorilor ecologici.

3.3.3 Meta-proiectul în cadrul procesului proiectării bioclimatice

Deși conceptul de arhitectură reprezintă rezultatul filtrării informațiilor derivate dintr-un sistem complex de factori, adesea extrem de diferiți, pornind de la cei de natură funcțională și ajungând la cei de tip

⁸⁶ Armenciu, D., (2012), p. 132.

⁸⁷ Benedetti, C., (1980), p. 59.

cultural, în acest context se urmărește atingerea unui rezultat coerent, relaționat științific, din punct de vedere al raportului funcțiune-climă. Aspectele provenite din sfera culturală, a stilului, semnificației și principiilor de compoziție spațială, toate de natură subiectivă, reprezintă elemente cruciale pentru o arhitectură de calitate, fapt pentru care metodologia de față nu le consideră izolate. Demersul de tip conceptual, un tip de abordare de neevitat în procesul de proiectare, este reprezentativ pentru creatorul de spații, aflat într-un permanent exercițiu de explorare, evaluare și comparare, adaptare și revizie, în serviciul unei intervenții sustenabile.⁸⁸ Din această perspectivă, în cele ce urmează se va prezenta unul dintre aspectele teoretice pe baza căruia se construiește teza, urmărind adaptarea sa la domeniul eco-compatibilității.

Termenul *metadesign*, folosit pentru prima dată în anul 1964 de către designerul Andries Van Onck și folosit inițial în contextul *design*-ului industrial, a dobândit în cadrul teoriei de proiectare un loc particular. El se referă la reliefaarea concluziilor unor faze preliminare de natură analitică, raportate la particularitățile amplasamentului și ale obiectivelor propuse, putând fi adaptat oricărui proiect de arhitectură. În literatura internațională de specialitate, de filieră engleză, se utilizează în mod curent termenul de *metadesign*. În spațiul profesional italian conceptul a fost preluat și larg utilizat sub denumirea de *metaprogetto*. În rândurile ce urmează sintagma va fi tradusă în limba română după formula „meta-proiect”.

O sumă de lucrări de cercetare sau teze de doctorat pun în discuție subiectul meta-proiectului, în cadrul procesului de proiectare. De aici rezultă diseminarea largă a termenului în rândul breslei arhitecților, cu referire la diverse câmpuri de intervenție ale arhitecturii. Printre acestea, pot fi citate zone de preocupare precum: proiectarea urbanistică, intervenții de patrimoniu sau sustenabilitate.

În Italia anilor '60 și '70 ai secolului XX, literatura de specialitate a dezvoltat un nou tip de abordare a proiectării de arhitectură. Este vorba despre perioada lucrărilor de arhitectură și a studiilor realizate în manieră rațională, latura teoretică fiind consolidată prin activitatea unor personalități de marcă ale vremii din diverse părți ale lumii. Se pot cita în acest context exemple precum teoriile de proiectare ale lui Christopher Alexander și cele de dezvoltare urbană susținute de Konstantinos Doxiadis; un loc semnificativ în domeniul proiectării bioclimatice îl deține activitatea depusă pentru conturarea metodologiei adecvate de frații Victor și Aladar

⁸⁸ LaGro, J.A., (2001), p. 215.

Olgyay. În cazurile menționate accentul cade în mare măsură pe raționalizarea proceselor de proiectare, cu scopul de a lua în considerare o paletă cât mai largă de factori prezenți în cazul concret al unei intervenții de dezvoltare urbanistică sau al unei realizări punctuale de arhitectură.

Introducerea conceptului de meta-proiect în abordarea proiectului bioclimatic are drept scop crearea unui instrument de lucru pentru arhitect, în vederea organizării datelor și generării soluției adaptate la contextul dat. Considerată în ansamblu, în cadrul întregului proces de proiectare, etapa meta-proiectului reprezintă cu siguranță o fază determinantă, cu caracter obligatoriu, întrucât materializează „scheletul structural” în alegerea soluțiilor de arhitectură, corelate cu obiectivele stabilite inițial și contextul dat. În mod particular, capitolul de față este focalizat pe dezbateră rolului pe care această fază îl deține în cadrul unei abordări compatibile din punct de vedere ecologic și în mod specific atentă la factorii de proiectare bioclimatici. Deși la momentul apariției sale s-a dovedit a fi mai mult o abordare conceptuală, fără o evidentă latură pragmatică datorită complexității procesului, astăzi tehnologiile IT, mai nou cele IA (Inteligență Artificială) vin în sprijinul arhitectului pentru a obține, selecta și prelucra mult mai ușor informațiile necesare în vederea generării arhitecturii.

Pentru fondatorul conceptului, Andries van Onck, meta-proiectul are semnificația unui ansamblu de parametri care stabilește regulile distribuirii elementelor unui sistem, ținând cont de particularitățile locului: „Este vorba despre proiectarea parametrilor unui sistem vizualizat printr-un mecanism compus din elemente în mișcare, fie ele puncte, linii, planuri sau materiale [...]. În limita posibilelor configurații a elementelor, se alege cea variație care, în înțelegerea proiectantului, corespunde cel mai bine cerințelor unui caz particular. Proiectarea acestui limbaj vizual-formal este denumit meta-proiect. [...] Ceea ce se prezintă în mod static în componența proiectului, va fi interpretat ca o stare de „mișcare staționară” în cadrul meta-proiectului. [...] Meta-proiectul încearcă să stabilească regulile după care elementele se pot organiza.”⁸⁹

⁸⁹ Van Onck, A., „Metadesign” în „Edilizia Moderna”, nr.85, 1965, *apud*. Riva, R., p. 209, (trad. noastră): „*Si tratta del design dei parametri di un sistema visualizzato da un meccanismo composto di elementi in movimento, siano questi punti, linee e piani o materiali [...]. Entro il limite delle possibili configurazioni degli elementi, viene scelta quella variazione che corrisponde meglio, secondo il progettista, alle esigenze del caso particolare. Il design di questo linguaggio visuale-formale lo chiameremo metadesign. [...] Quello che si presenta in modo statico negli oggetti del medesign, viene interpretato come uno stato di “movimento fermato” nel*

Desigur că în acest sens pot fi introduși diverși factori de natură culturală, fizică, estetică, economică, ambientală (ș.a.) cărora li se atribuie o serie de priorități, generându-se astfel principiul intervenției de arhitectură. Pentru Enzo Frateili, conceptul meta-proiectului este un „instrument metodologic al compunerii”⁹⁰. În acest sistem, acela al gestionării elementelor generate de analize prealabile ale contextului, sunt anunțate două aspecte distincte ale componentelor, inter-schimbarea și inter-relaționarea⁹¹, pentru a obține în cele din urmă un rezultat conceptual valabil, în corelare cu obiectivele stabilite la începutul procesului. Același autor identifică două aspecte ale proiectului, care pot induce două faze ale meta-proiectării, raportate distinct la diversele zone de intervenție: una funcțională, guvernată de factori de reglementare dar și de opțiuni subiective, cealaltă legată strict de concepția fizică a edificiilor⁹². În acest sens se poate diferenția (i) meta-proiectul general, cu caracter pur normativ, care generează regulamentul de intervenție și (ii) meta-proiectul dedicat edificiului, respectiv cel al implementării spațiale efective. Fiecare dintre acestea reflectă așadar o schemă operațională, aferentă în mod independent zonei de intervenție corespunzătoare. Desigur că, ținând cont de modalitatea complexă de abordare generală a proiectului, chestiunile ce țin de analizele climatice preliminare ale unui amplasament pun în discuție o scară majoră de studiu care conduce la concluzii generale, prelucrate apoi de arhitect în scopul aplicării lor asupra edificiului/spațiilor proiectate.

Unul dintre autorii cei mai importanți care au abordat subiectul meta-proiectului este Alberto Magnani. Pentru acesta, conceptul pus în discuție reprezintă un „ansamblu de reguli structurale ale unui sistem” și în același timp „organizarea unui sistem de cerințe spațiale ale activităților, fie specifice fie de relaționare, constituind referințe normative pentru diversele niveluri și faze a edificării teritoriului, în măsură să interacționeze cu diversele contexte teritoriale, capabile în cele din urmă de a rezulta, întocmai pornind de la analize, caractere și exigențe ale fiecărui amplasament în parte, continua depășire a normelor în sine”⁹³.

metadesign. [...] Il metadesign cerca di stabilire le regole secondo le quali gli elementi si possono muovere.”

⁹⁰ Frateili, E., (1973), p. 39.

⁹¹ Frateili, E., (1973), p. 40.

⁹² Frateili, E., (1973), p. 37.

⁹³ Magnani, A., „Il Metaprogetto” în Arredi, M. P. (ed.), (1992), p. 262, (trad. noastră): „organizzazione di un sistema di requisiti spaziali delle attività, sia specifici che di relazione, costituenti riferimento normativo per i vari livelli e fasi della edificazione

Același Magnani propune patru faze majore ale meta-proiectului⁹⁴, ca părți esențiale în obținerea unui rezultat final optim. Păstrarea unei ordini stricte a acestora, așa cum sunt ele ordonate de Magnani, nu este obligatorie întrucât ordinea lor presupune coroborarea unor date de specialitate care nu prezintă întotdeauna o corelare directă. Este importantă menționarea faptului că autorul nu face referire la elemente punctuale ce urmează a fi integrate în proiect, discursul său focalizându-se strict la nivelul teoretic general. Cercetarea de față preia aceste etape și le adaptează, urmărind integrarea valorilor sustenabilității, cu precădere a celor bioclimatice. Aceste faze sunt⁹⁵:

a. Definirea obiectivelor proiectului;

Investiția în arhitectură pornește de la ideea creării unor spații din dorința de îndeplinire a nevoilor fundamentale ale omului în particular și ale societății în general, cu scopul dezvoltării sistemului în care acesta trăiește. Astfel, încă din faza studiului de fezabilitate, se urmărește definirea unui set de aspecte care stabilesc motivele intervenției și relevanța lor într-un anumit context. Acestea se califică drept obiectivele dorite și constituie fundamentul justificării oricărei investiții pe un anumit termen stabilit.

b. Definirea cerințelor funcționale (și ambientale);

Cerințele funcționale sunt impuse de activitățile desfășurate în viitoarele spații proiectate, iar corelarea lor cu obiectivele proiectului este o condiție esențială. În acest caz, făcându-se referire în mod particular la activitățile din cadrul spațiilor proiectate, cerințele proprii abordării de natură bioclimatică reprezintă o condiție extrem de importantă în definirea corectă a aspectelor de confort interior și de gestionare sustenabilă a energiei. Dacă Alberto Magnani face referire doar la cerințele funcționale, se consideră util pentru un discurs persuasiv în cadrul tezei de față, să se acorde un interes la fel de important și cerințelor de natură ambientală (de mediu natural).

c. Traducerea cerințelor funcționale în schema spațială a activităților;

Această fază presupune transformarea aspectelor funcționale în cerințe spațiale specifice sau de inter-relaționare (interacțiuni) între diversele unități spațiale considerate. Acestea, prin diferite mecanisme

del territorio, in grado di interagire con i diversi contesti territoriali, e capaci infine di far emergere, proprio dall'analisi permanente dei caratteri esigenziali di ogni contesto, il continuo superamento delle norme stesse."

⁹⁴ Magnani, A., „Il Metaprogetto” în Arredi, M. P. (ed.), (1992), pp. 262.

⁹⁵ Magnani, A., „Il Metaprogetto” în Arredi, M. P. (ed.), (1992), pp. 262, 263.

metodologice urmează a fi analizate sub aspecte de funcționalitate și asociate unei scheme structural-spațiale a fluxurilor de activități. Din perspectivă bioclimatică, în contextul metodologiei propuse în studiul de față, vor fi luate în considerare exigențele fiecărei activități în parte, raportate la cel mai apropiat mod de funcționare, în sensul echilibrului ecologic al planetei.

d. Cuantificarea cerințelor specifice ale unităților spațiale (standarde de performanță)

Etapă presupune stabilirea caracteristicilor valorice ale unităților spațiale, în acord cu dispozițiile tehnice prescrise prin aparatele normative, în spiritul respectării standardelor de performanță. În ceea ce privește subiectul studiului de față, se va înțelege relaționarea schemei spațiale cu valorile dezvoltării durabile, așa cum au fost ele definite anterior (vezi cap. „Concepte ale dezvoltării durabile în arhitectură”). Tematica standardelor de performanță asociază un aport valoric unei anumite cerințe calitative sau cantitative. În acest context, prin performanță se înțelege „rezultatul unei acțiuni în conformitate cu anumite cerințe sau obligații”⁹⁶. În cadrul acestei faze de studiu, criteriile la care se va face referire prin proiect vor fi determinate în funcție de caracteristicile particulare ale programului arhitectural în ansamblu sau a funcțiunilor specifice, gestionarea lor intrând în atribuția arhitectului.

O condiție menționată de Magnani este aceea de raportare permanentă la caracteristicile amplasamentului sub aspect calitativ și cantitativ. Proiectul bioclimatic presupune integrarea sistemului de activități în mediul natural, fapt ce implică relaționarea celor patru faze citate mai sus, la realitatea amplasamentului. Astfel, schema spațială, corect cuantificată, este raportată la dinamica resurselor energetice ale contextului, generându-se strategii de intervenție pe baza principiilor proiectării bioclimatice.

Mario Grosso oferă o explicație a meta-proiectului mult mai apropiată semnificației atribuite în contextul lucrării de față: „Obiectivul fazei de meta-proiect este acela de a stabili la nivel preliminar, cadrul exigențelor și schema de organizare a activităților utilizatorilor, desfășurate în spațiu și timp, ținând cont de fluxurile materiei, energiei și informației, necesare desfășurării acelor activități și menținerea în funcțiune a

⁹⁶ Crișan, R., (2004*), p. 11.

structurilor fizice ajutătoare, cu un impact minim asupra ciclului resurse-deșeuri (echilibru net ce tinde spre zero)”⁹⁷

Definirea meta-proiectului din perspectiva proiectului bioclimatic:

Printr-o succesiune logică a fazelor procesului de proiectare, meta-proiectul poate fi definit ca fiind etapa introductivă, conceptuală, reprezentată schematic, la nivel spațial și temporal dar totodată relaționată cu rezultatele analizelor inițiale, în legătură cu datele de temă ale proiectului și condițiile de amplasare. În mod particular abordarea bioclimatică presupune utilizarea unei serii de caracteristici ale amplasamentului care pot fi mult mai ușor evidențiate prin intermediul meta-proiectului. Din punct de vedere teoretic, acesta are calitatea de a conține acele informații necesare conceperii unui edificiu particular în scopul obținerii celor mai bune rezultate în materie de complexitate a valorilor luate în considerare.

3.4 Structura proiectului bioclimatic

Suportul științific propus intenționează să structureze modul de abordare al proiectării, pornind de la analize prealabile și relaționate cu modul în care calitățile sau deficiențele energetice ale unui amplasament devin elemente de temă de arhitectură care generează soluția propusă. De asemenea, se are în vedere considerarea diverselor etape ale proiectării, cu precădere în sens sustenabil, fără a exclude valorile culturale ale locului.

Tot acest parcurs este structurat astfel încât, sub forma unui algoritm care constituie un suport în proiectare, indiferent de tema și programul de arhitectură propuse, să răspundă exigențelor formulate în faza meta-proiectului. Premisa majoră este ideea conform căreia, în cadrul conceperii unui spațiu, aspectul major este confortul utilizării sale, în limitele respectării unui echilibru în raportul resurse-deșeuri.

⁹⁷ Grosso, M., „Valutazione dei caratteri energetici ambientali nel metaprogetto” în Grosso, M.; Scudo, G. et. al., (2005), p.307, (trad. noastră): „Obiettivo della fase di metaprogetto è stabilire, in via preliminare il quadro delle esigenze e lo schema organizzativo delle attività dell’utente che si dovranno svolgere nello spazio e nel tempo, tenendo conto dei flussi di materia, energia e informazione, necessari per consentire lo svolgimento delle attività stesse, e mantenere in funzione le strutture fisiche di supporto, con il minimo impatto sul ciclo risorse-rifiuti (bilancio netto tendenzialmente nullo).”

Precum este schematizat orice proiect, abordarea bioclimatică nu se abate de la respectarea a trei etape determinante pentru un rezultat pozitiv în raport cu obiectivele propuse; în acest sens, precum s-a specificat inițial, Jones identifică pașii ciclici după formula analiză - sinteză - evaluare⁹⁸, asociabili fiecărei etape în parte.

Cristina Benedetti identifică 5 faze⁹⁹ de proiectare care, adaptate la situația contemporană a abordării sustenabile, pot fi redefinite după cum urmează:

- Analiza mediului natural/construit;
- Definirea componentelor (inter)disciplinare aferente proiectului și raportul dintre acestea;
- Definirea cerințelor și prestațiilor intervenției;
- Organizarea spațial-funcțională a ansamblului;
- Gestiunea în timp a intervenției;

În comparație cu cele patru etape ale meta-proiectului propuse de Alberto Magnani, acestea sunt generale și structurate astfel încât să acopere întreaga viață a unui proiect din momentul studiilor preliminare până în faza de exploatare.

Procesul de proiectare (vezi Fig. 13)¹⁰⁰, așa cum apare în lucrarea lui Mario Grosso, identifică etapele determinante ale procesului de realizare a unui proiect de arhitectură complet, marcându-se la scară generală fazele meta-proiectului, proiectului preliminar, proiectul definitiv și a celui de execuție. În această secvențialitate etapizată, chiar dacă inițial arhitectul extrage rezultate analitice provenite de la diverse specialități, acesta poartă răspunderea interpretării rezultatelor din domeniile respective, pentru a fi capabil să le integreze în aparatul spațial pe care îl compune în faza meta-proiectului. Mecanismul include verificarea periodică a parametrilor, fie în cadrul aceleiași faze, fie la trecerea între etape succesive; în eventualitatea unui rezultat negativ, procesul presupune întoarcerea la una dintre etapele anterioare în vederea reevaluării. Se remarcă faptul că faza meta-proiectului nu atinge aspecte de imagine arhitecturală ci se oprește la definirea gabaritică a unităților spațiale, percepute ca elemente dimensionate teoretic și nematerializate într-un limbaj clasic reprezentării de arhitectură, ci într-o ilustrare ce aparține crochiului.

⁹⁸ Jones, J. Ch., în AAVV, *Scienza e progetto*, pp. 63, 64, *apud*. Cajati, C., Picone, L., (1982), p. 93.

⁹⁹ Benedetti, C., (1980), p. 65.

¹⁰⁰ Adaptat după Grosso, M., (2005), p. 308.

Se identifică aici complexitatea problematicilor care, reieșite din fazele preliminare, au scopul de a determina scheletul funcțional pe baza căruia se vor consolida soluțiile arhitecturale alese. Astfel, opțiunile nu sunt motivate de aspecte corelate doar cu imaginea dorită, pur estetice sau gratuite din punct de vedere motivațional, ci răspund unor chestiuni de adaptare la realitățile amplasamentului, a exigențelor particulare identificate prin tema de proiect, a profitului financiar, a integrării urbanistice și păstrând totodată valorile definite prin *genius loci*.

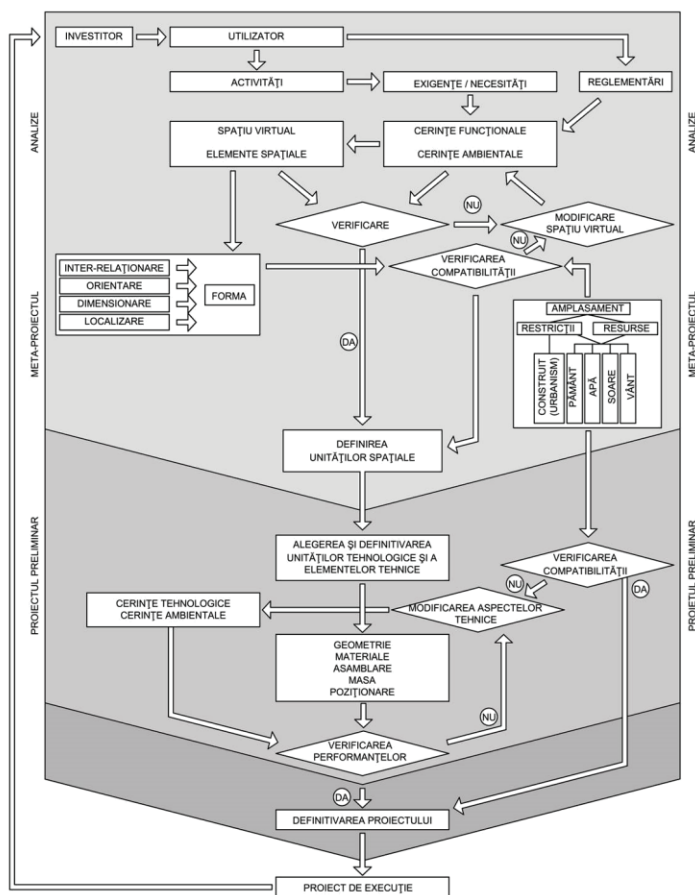


Fig. 13 – Procesul de proiectare din optica eco-compatibilității clădirilor
[Adaptat după Grosso, M., (2005), p. 308]

Prin extrapolarea etapizării propuse de Grosso și coroborarea cu aspectele dezbătute la capitolele anterioare, s-a realizat schema procesului de proiectare (vezi Fig. 14), în cadrul căreia, etapa meta-proiectului constituie structura cercetării doctorale ce stă la baza acestei publicații.

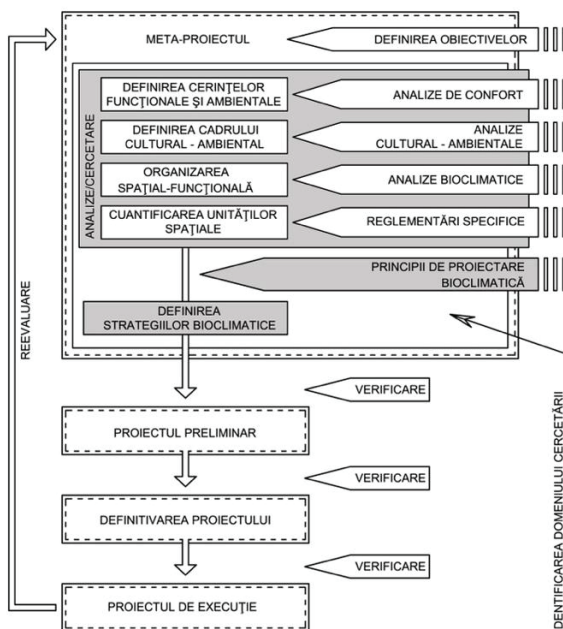


Fig. 14 – Identificarea domeniului cercetării (meta-proiectul) pe fundalul etapelor procesului de proiectare bioclimatică
(Sursă: elaborat de autor)

Astfel, se pot identifica, asemenea oricărui demers în domeniu, fazele esențiale ale meta-proiectului, pornind cu cercetarea analitică a amplasamentului (ce cuprinde fazele 2, 3, 4 propuse de Magnani), în baza obiectivelor stabilite inițial. Desigur că sunt luate în considerare toate aspectele componente ale conceptului sustenabilității, însă în cadrul cercetării de față este dezbătut doar aspectul abordării de tip bioclimatic. Din ansamblul de analize extrase se delimitează concluziile studiilor, ce dețin rol de reglementare pentru fazele ulterioare. Pe baza acestora, sunt introduse în sistem principiile bioclimatice, ce vor fi dezbătute într-un

capitol aparte. După filtrarea acestora, pe baza particularităților sitului analizat, sunt generate strategiile bioclimatice care susțin funcționarea energetică a viitorului edificiu.

Din acest moment, întreaga lucrare va fi organizată după această structură, detaliind și explicând fiecare componentă a meta-proiectului, pe baza unor instrumente teoretice, practice sau experimentale tipice unei abordări bioclimatice. Elementele puse în discuție vor fi considerate în parte, pornind de la tipul de tratare a arhitecturii tradiționale de pe teritoriul României pentru a înțelege modul de preluare locală a principiilor și strategiilor pasive și intenționând a propune modalități contemporane de concepere a unei arhitecturi adaptată la clima temperat continentală locală. Proiectarea raportată la tematica bioclimaticii este unul dintre cele mai importante aspecte ale proiectării eco-compatibile. Acest lucru se datorează faptului că este cel mai important factor în gestionarea energiei naturale în vederea utilizării mijloacelor pasive.

Arhitectura este privită ca modelarea spațială a activităților și relațiilor dintre ele, în strânsă legătură cu particularitățile sitului și încadrarea în principiile sustenabilității.

Considerarea principiilor meta-proiectului reprezintă preluarea unui instrument de proiectare care caută caracteristicile generale ale unui amplasament sau clădire, pentru a le corobora, în scopul generării acelor rezultate care conțin cele mai potrivite cerințe pentru un loc particular. În abordarea originară, considerarea meta-proiectului a întâlnit greutate în aplicabilitate, din cauza bagajului mare de informație și dificultatea gestionării acestuia. Astăzi, tehnologia permite asimilarea unei cantități impresionante de informație. Luând în considerare complexitatea analizelor, noile instrumente asistate de programe computerizate se dovedesc a fi utile pentru obținerea unui rezultat final coerent. Teoria proiectării după principii bioclimatice are însă nevoie să își îmbogățească paleta de abordare, în scopul găsirii instrumentelor necesare arhitectului pentru a organiza procesul proiectării, din poziția sa de „șef tehnic de proiect”.

Chestiunea meta-proiectului se dovedește a fi o fază extrem de importantă în procesul general, în spiritul unui mod „conceptual” de proiectare. Clasificarea pe faze distincte ale procesului de proiectare sprijină înțelegerea locului fiecărui element în parte și modul de îmbinare în ansamblu. Deși tematica textului urmărește în mod strâns meta-proiectul, este privit în ansamblu întregul sistem de relații implicate, accentuând înțelesul particular al ciclului de analiză, sinteză, verificare, ca instrumente ce particularizează fiecare act în parte.

Meta-proiectul în mod particular, fiind subiectul de bază al prezentei lucrări, este analizat în detaliu, extrăgând fazele determinante ale analizelor preliminare, corelarea lor cu activitățile și diagrama spațio-temporală a intervenției arhitecturale. În vederea unei cât mai clare înțelegeri, se delimitează sectorul analitic, din care se extrag concluziile de adaptabilitate la amplasament. Acestea sunt puse în raport cu principiile proiectării bioclimatice, generându-se strategiile de conformare bioclimatică a unităților spațiale.

Astfel este configurată structura tezei de doctorat, ce va urmări doar acele problematici corelate, evitând în mod voit atingerea aspectelor de factură socială, culturală, economică, pentru a susține printr-un discurs cât mai obiectiv particularitățile de natură bioclimatică.

* * *

4.

STUDII PRELIMINARE ALE PROIECTULUI DE ARHITECTURĂ BIOCLIMATICĂ

După cum s-a ilustrat deja în capitolul anterior, etapa analitică din cadrul meta-proiectului are rolul semnificativ de a conduce la elaborarea conceptelor spațiale și de funcționare energetică ale viitoarei intervenții arhitecturale.

În scopul de a sprijini implementarea unei metodologii de abordare a proiectului bioclimatic, cercetarea va lua în considerare elaborarea unui mecanism ilustrativ, facil arhitectului. Acesta intenționează stabilirea și includerea unei interfețe grafice, prin crearea unor simboluri atribuite fiecărui tip de analiză. În același timp se generează și un instrument intern proiectului, de evaluare calitativă sau cantitativă, în scopul unei ulterioare centralizări și prin extragerea concluziilor ce contribuie la generarea modelului spațial arhitectural.

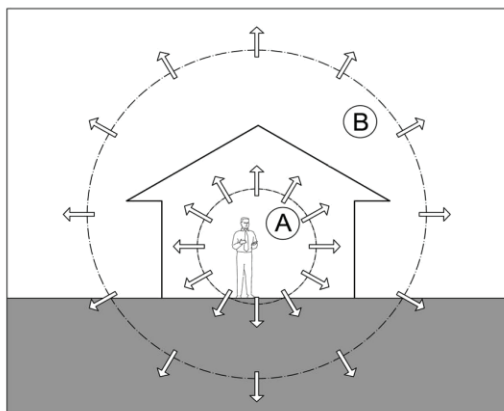


Fig. 15 – Ilustrarea scărilor de analiză A și B în cadrul proiectului bioclimatic în faza meta-proiectului (Sursa: elaborat de autor)

Studiile preliminare se vor considera succesiv, prin raportarea la diversele scări de influență. În Figura 15, cele două scări majore de analiză au fost simbolic notate cu „A”, reprezentare a relației dintre om și spațiul arhitectural (interior sau exterior), respectiv „B”, ce face referire la raportul obiectului proiectat cu teritoriul, în permanență supus influențelor externe de diferite tipuri. Ordinea de analiză a acestora este indiferentă din punct de vedere a gestionării rezultatelor finale. Figurile 7 și 8 sunt în egală măsură relevante pentru înțelegerea arealului de interes al studiilor de natură bioclimatică, contribuind într-o măsură importantă la îndeplinirea stării generale de bine (spiritual, psihologic, fizic etc.).

4.1 Exigențe și necesități ale spațiilor proiectate

Confortul spațiilor arhitecturale, atât al celor exterioare cât și al celor interioare, este subiectul major al unei abordări fundamentată din punct de vedere bioclimatic, așa cum se intenționează prin lucrarea de față. Se urmărește o strânsă corelare a percepției omului în relația cu spațiile proiectate, în scopul desfășurării activităților acestuia, incluzând factorii caracteristici ai amplasamentului. Capitolul de față intenționează să atingă întocmai etapa analizelor preliminare necesare generării soluțiilor arhitecturale succesive. Se vor aborda acele aspecte care, sprijinind demersul meta-proiectului, influențează factorii de confort și echilibru între resurse și emisii nocive.

Reiterând rolul proiectului bioclimatic, din perspectiva strictă a modelării spațiale, arhitectul se află în fața actului de stabilire a unui set de elemente care traversează atât câmpul normativ cât și pe cel al experimentului. Acestea intră în gama exigențelor evidențiate prin cerințele de performanță, dar și a nevoilor esențiale ale omului. Cerințele de performanță sunt clasificate în cinci clase, menite să acopere întregul spectru determinant din cadrul edificării: siguranță, confort ambiental, funcționalitate, eficiență energetică, protecția mediului ¹⁰¹. Dintr-o perspectivă bioclimatică, în cadrul fazei meta-proiectului sunt luate în considerare ultimele patru dintre cele citate, întrucât ating în mod direct chestiunile corelate cu eco-compatibilitatea intervențiilor în domeniul construcțiilor. În jurul acestor clase se determină acele elemente care susțin

¹⁰¹ Crișan, R., (2004**), p. 30.

modelarea unui organism arhitectural, urmând a fi analizate succesiv, în rândurile ce urmează.

4.1.1 Omul ca entitate centrală în proiectul de arhitectură

Așa cum s-a încercat a se evidenția încă de la stabilirea obiectivelor cercetării, se pornește de la premiza conform căreia omul este centrul oricărei intervenții antropice, întrucât crearea unui spațiu presupune, în funcție de programul arhitectural atribuit, utilizarea sa în scopul asigurării unora dintre nevoile esențiale.

Teoria de specialitate care analizează adaptarea nevoilor umane la spațiul arhitectural, se conturează în jurul conceptului de locuire. Un spațiu, înainte de a servi desfășurării unui anumit set de activități se supune acestei noțiuni. În acord cu locuirea, este presupusă o experimentare a sa din perspectiva tuturor simțurilor pe care omul le are la dispoziție. Din această perspectivă, arhitectul își asumă actul de a fi responsabil pentru opera sa, întrucât personalitatea sa creativă, tehnică sau senzorială conlucrează la manipularea percepției spațiilor. Astfel omul trebuie să fie entitatea centrală a proiectului de arhitectură iar o atacare bioclimatică a acestei problematice intenționează să îi atribuie acestuia rolul potrivit pe care îl deține la nivelul ecosistemelor în care acesta trăiește.

Este important însă a se înțelege faptul că, în realitatea curentă, locuirea nu presupune întotdeauna asigurarea nevoilor elementare și a parametrilor de confort,¹⁰² însă le poate controla printr-o corectă atitudine în proiectare. Pentru a atinge acest scop, se recurge la diverse analize care corespund în mod direct percepției corpului uman, definite în cele ce urmează ca analize de confort.

4.1.2 Analizele de confort

Proiectul de arhitectură perceput ca un sistem de relații ce gravitează în jurul celui care percepe și locuiește un anumit spațiu, a făcut obiectul a nenumărate texte de specialitate din domeniul arhitecturii, atingând de cele mai multe ori acea dimensiune simbolică-socială pe care spațiul antropic o dezvoltă în raport cu acesta. Totuși, o abordare bazată pe principiile dezvoltării durabile, atinge și o semnificație relaționată cu spațiul din punct de vedere fizic.

Din setul de analize care contribuie la definitivarea fazelor de proiectare necesare, cele care vizează confortul omului în relație cu

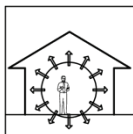
¹⁰² Foti, M., (1977), p.30.

microclimatul din imediata sa apropiere sunt esențiale, fiind o preocupare directă, până în etapele finale de proiectare a spațiilor interioare. În acest context sunt considerate acele studii care relaționează destinația unui spațiu cu tipurile de activități implicate, tipul de vestimentație a ocupanților, condițiile climatice, calitatea aerului, higrometria, materialele de construcție, finisajele etc..

Se vor detalia acele aspecte care influențează confortul în spațiile proiectate, indiferent de raportarea acestora la mediul exterior și agenții climatici. Cu siguranță că atunci când se vorbește despre confort, intră în discuție o multitudine de aspecte ale acestei noțiuni. În acest sens, omul cunoaște două mari clase de confort care balansează între aspectele de bunăstare fizică sau psihologico-emoțională. Fără îndoială că aspectele de ordin fizic contribuie la celelalte, însă acestea din urmă nu fac obiectul cercetării. Astfel, se pot cita: confortul vizual, acustic, higrotermic, sau calitatea aerului.

Dintre acestea, domeniul bioclimaticii se preocupă cu acelea care influențează în mod direct relația comportamentului uman și a percepțiilor categoriilor de confort influențate de aspectele climatice. Desigur că, anumite stări sunt inter-dependente însă atacarea întregului spectru al factorilor de confort nu face obiectul acestei cercetări.

4.1.2.1 Studiul funcțiunii spațiilor arhitecturale



„Forma și funcțiunea urmează clima”¹⁰³ este formula propusă în cadrul unui workshop organizat de către *The Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Architecture*, ce intenționează să evidențieze o nouă interpretare a arhitecturii, din perspectiva eco-compatibilității, în spiritul pe care și teza de față îl sugerează, ilustrând faptul că forma și funcțiunea spațiilor proiectate nu sunt elementele generatoare ale proiectului, ci intervin ca o consecință a cunoașterii mediului înconjurător¹⁰⁴. Privit sub acest aspect, spațiul arhitectural este subiectul unei modelări organice din punct de vedere procedural, reprezentând un

¹⁰³ „Form and function follow climate” (trad. noastră), din Wedebrunn, O., Ed., (2009), p. 32.

¹⁰⁴ Wedebrunn, O., Ed., (2009), p. 32.

tip de „negociere” în relația cu contextul natural, sub toate aspectele sale. Din motive obiective prezentate deja, cercetarea nu dezbate chestiunea formei arhitecturale, însă are ca scop determinant conceperea din perspectiva spațială a ansamblului de funcțiuni propuse.

Spațiul arhitectural a fost înainte de toate, din cele mai vechi timpuri, încărcat cu valoare simbolică. Fiecărei tipologii de utilizare spațială îi corespund anumite trăsături, comportamente colective sau individuale etc., menite să confere caracter specific fiecărei funcțiuni sau fiecărui program de arhitectură în parte. Prezentul capitol își propune să treacă în revistă aceste utilizări ale spațiilor în relație cu activitățile precum și trăsăturile de natură comportamental umană și de confort, toate acestea menționate în unul din capitolele precedente.

Prelucrarea unui spațiu și pregătirea acestuia pentru a primi o anumită destinație face parte din exercițiul uzual al arhitectului, cu mențiunea că prin metodologia propusă în această cercetare, procedura de integrare în conceptul proiectului final este diferită.

Funcțiunea unui spațiu se naște din momentul în care acesta începe să primească o destinație de folosire. Indiferent dacă este vorba despre un spațiu proiectat integral în scopul de a servi unui anumit rol, de unul atribuit în urma unei modificări funcționale de tipul reconversiei sau de o instituire neplanificată, acesta primește acea destinație pentru care este efectiv folosit. Privind la o scară complexă, recunoaștem existența unei relații de tipul program de arhitectura – funcțiune – activități. Programul de arhitectură în care se regăsește o anumită investiție reflectă fără îndoială o perspectivă extrem de amplă ce cuprinde o multitudine de spații, cu funcțiuni corelate cu tema generală propusă. Esența funcționării aceluia ansamblu este regăsită la nivelul sistemului de activități care definesc organismul arhitectural în ansamblu iar succesul unei astfel de investiții este strâns legată de coerența funcțională cu care organismul în cauză a fost gestionat la nivel spațial.

În fața alegerii funcțiunilor unei investiții de arhitectură și a sistemului de relații dintre acestea, arhitectul are de-a face cu gestiunea unor cerințe normative adaptate în mod specific la contextul dat. Dimensionarea și configurarea spațiilor constituie de asemenea un exercițiu integrat fazei meta-proiectului, fapt pentru care, în momentul creării ipotezelor soluției, sunt extrase caracteristicile specifice ale respectivelor incinte arhitecturale. Considerat individual, caracterul fiecărui tip de spațiu este determinat de activitățile care se desfășoară în acesta. Este esențială din acest punct de vedere analiza individuală a fiecărei entități spațiale din

punct de vedere al cerințelor și necesităților, în vederea unei funcționări optime. Relaționarea cu mediul exterior este determinantă din perspectiva poziționării, orientării față de elementele importante furnizate de context.

O analiză general valabilă și exhaustivă a întregii game de funcțiuni este greu de realizat în lucrarea de față, importantă fiind înțelegerea mecanismului propus, ce poate conduce la rezolvări adaptate oricărui categorii de funcțiune arhitecturală. Tipul de analiză propus este exemplificat în Capitolul Anexe, constituind instrumentul de lucru al meta-proiectului. Semnele grafice atașate studiului, prezentate sub forma unor iconuri, au rolul de a facilita procesul de parcurgere a metodologiei propuse.

4.1.2.2 Activitățile umane



Omul desfășoară de-a lungul vieții sale o serie de activități clasificate drept nevoi esențiale. Manfred Max-Neef identifică două axe majore ale necesităților umane, care interacționează ca atare definind o taxonomie a acestora¹⁰⁵, în Tab. 1.

categoria existențiale / categoria axiologice	A FI	A AVEA	A FACE	A INTERACȚIONA
SUBZISTENȚĂ	1/ Sănătate fizică, mentală, echilibru, simțul umorului, adaptabilitate	2/ Hrană, adăpost, muncă	3/ A se hrăni, a procrea, a se odihni, a munci	4/ Mediul de trai, setare socială
PROTECȚIE	5/ Grijă, adaptabilitate, autonomie, echilibru, solidaritate	6/ Sisteme de siguranță, salvare, securitate socială, sisteme de sănătate, drepturi, familie, muncă	7/ A coopera, a preveni, a planifica, a se îngriji, a ajuta	8/ Spațiu de locuire, mediu social, locuire

¹⁰⁵ Max-Neef, M. A., (1991), pp. 32, 33.

AFEȚȚINE	9/ Respect de sine, solidaritate, respect, toleranță generozitate, receptivitate, pasiune, determinare, senzualitate, simțul umorului	10/ Prietenie, familie, parteneriat, relația cu natura	11/ A face dragoste, a afecționa, a exprima emoții, a dăruia, a cultiva, a aprecia	12/ Privare, intimitate, casă, spații de comuniune
ÎNȚELEGERE	13/ Conștiință critică, receptivitate, curiozitate, surprindere, disciplină, intuiție, raționalitate	14/ Literatura, învățătură, metodă, politici de educare și comunicare	15/ A investiga, a studia, a experimenta, a educa, a analiza, a medita	16/ Setarea interacțiunii formative, școli, universități, grupuri, comunități, familie
PARTICIPARE	17/ Adaptabilitate, receptivitate, solidaritate, bunăvoință, determinare, dedicare, respect, pasiune, simțul umorului	18/ Drepturi, responsabilități, însărcinări, privilegii, muncă	19/ A se afilia, a coopera, a propune, a dăruia, a contrazice, a interacționa, a agreea, a exprima opinii	20/ Setarea interacțiunilor participative, petreceri, asociații, biserici, comunități, vecinătăți, familie
RELAXARE	21/ Curiozitate, receptivitate, imaginație, îndrăzneală, simțul umorului, liniște, senzualitate	22/ Jocuri, spectacole, petreceri, liniște mentală	23/ A visa cu ochii deschiși, a visa, a medita, a aminti de trecut, a imagina, a aminti, a relaxa, a se distra, a se juca	24/ Privare, intimitate, spații de închidere, timp liber, împrejurimi, peisaje
CREARE	25/ Pasiune, determinare, intuiție, imaginație, îndrăzneală, rațiune, autonomie	26/ Abilități, calificare, metode, muncă	27/ a munci, a inventa, a construi, a proiecta, a interpreta	28/ Setări productive, workshop-uri, audiențe, spații pentru exprimare, libertate temporară

IDENTITATE	29/ Simțul de apartenență, consistență, diferențiere, respect de sine, asertivitate	30/ Simboluri, limbaj, religie, obiceiuri, sexualitate, valori, norme, memorie istorică, muncă	31/ A se angaja, a se integra, a se confrunța, a decide, a se cunoaște pe sine, a se recunoaște, a se actualiza, a crește	32/ Ritmuri sociale, setări zilnice, setarea apartenenței, stadii de maturizare
LIBERTATE	33/ Autonomie, respect de sine, determinare, pasiune, asertivitate, deschis la nou, rebeliune, toleranță	34/ Drepturi egale	35/ A contrazice, a alege, a fi diferit, a risca, a conștientiza, a nu se supune	36/ Flexibilitate spațio-temporală

Tab. 1 – Matricea nevoilor și a satisfacțiilor umane
(adaptată după Max-Neef, M. A., (1991), pp. 32, 33).

La o privire mai atentă este posibilă notarea faptului că în cazul „categoriilor existențiale” corespundente coloanelor din tabel, anumite atribute ale omului sunt poziționate în dreptul expresiei „a face”, fiind caracterizate prin verbe și ilustrând sfera activităților, în mod sinergic corelate cu celelalte nevoi¹⁰⁶.

O altă clasificare ne este furnizată de către Abraham Maslow¹⁰⁷, de această dată sub forma unei piramide ce ierarhizează nevoile umane, în cinci mari clase: fiziologice, de siguranță, dragoste și apartenență, respect, auto-determinare¹⁰⁸. Ulterior, acestei liste îi sunt adăugate alte categorii, dintre care nevoile de tip cognitiv și estetic, asimilate nivelului auto-determinării, precum și o treaptă superioară ce intră în aura superioară a spiritualului, aceea a auto-transcendentalului¹⁰⁹. Cele două modalități de a vedea problematica nevoilor umane este antitetica întrucât sunt abordate două moduri diferite de clasificare, una ierarhică și o alta care din contră, neagă o astfel de scalare.

¹⁰⁶ *Ibidem*.

¹⁰⁷ Maslow A. H., (1971), Maslow, A.H., (1943), *passim*.

¹⁰⁸ Greene, L., Burke, G., (2007), p.118.

¹⁰⁹ <http://www.businessballs.com/maslow.htm>

Cu riscul reiterării, ideea conform căreia comportamentul uman este o consecință determinată în mare măsură de aspectele de natură climatică¹¹⁰, constituie unul din fundamentele acestei cercetări, fapt pentru care integrarea acestei teme în studiul proiectului bioclimatic este esențială. De aceea, în cele ce urmează, se va avea în vedere o prezentare a modului în care, în cadrul proiectului de arhitectură, activitățile umane pot determina constituirea unui model prin care acestea sunt luate în considerare, în paralel cu condițiile de confort bioclimatic și evaluare a eco-compatibilității, așa cum este susținută de către Mario Grosso¹¹¹. Este inoportun a deschide o expunere de susținere a activităților adaptate în mod specific la teritoriul românesc, deoarece gama de desfășurare a acestora este general valabilă. Ceea ce diferă de cele mai multe ori devine răspunsul pe care corpul uman îl are în raport cu aspectele climatologice, datorită aclimatizării survenite în formarea sa la anumite areale.

Desfășurarea unei activități generează într-un ambient preluarea anumitor particularități, conferind caracterul spațial. Desigur că, prin suprapunerea acestora, identitatea aceluia spațiu se personalizează suplimentar. În acest sistem de relații, arhitectul are menirea de a gestiona, încă din faza de proiectare, compatibilitatea respectiv corecta asociere a acestor suprapuneri de natură funcțională. Astfel proiectul se dovedește a fi faza determinantă care controlează și servește modelării spațiale la nivelul fluxurilor funcționale, generând soluția arhitecturală.

Mecanismul propus în această lucrare presupune adoptarea unei proceduri prin care arhitectul poate obține, într-o manieră facilă, o „diagramă” de organizare funcțională. Un prim pas implică alegerea diferitelor segmente de activități ale intervenției propuse, care ulterior se analizează separat. Pentru fiecare din acestea, se va interpreta toată gama de funcțiuni compatibile în unitatea spațială respectivă. În funcție de acest sistem, ce se listează precum în Anexele B1-B7¹¹², se extrag acele trăsături care vor defini cerințele de bază ale spațiului, în raport cu: clima, sistemul de schimburi energetice *input-output*, orientarea față de punctele cardinale, încadrarea în anumite categorii de compoziție spațială, relație de vizibilitate cu exteriorul încăperii, condiții specifice de confort, valori dimensionale estimative. Toate acestea sunt aspecte care influențează semnificativ

¹¹⁰ Ionac, N., (1998), *passim*.

¹¹¹ Grosso, M., (2005), *passim*.

¹¹² Adaptat după Grosso, M., (2005), pp. 314-334.

organizarea spațială inițială și determinarea conceptelor de funcționare energetică în faza meta-proiectului.

4.1.2.3 Confortul uman



A vorbi despre confortul uman ca o formă a stării generale de bine, incluzând confortul psihologic, emoțional, higrotermic, acustic etc., implică o multitudine de aspecte care în faza de proiectare sunt dificil de considerat. Abordarea unui proiect dintr-o perspectivă bioclimatică presupune considerarea acelor măsuri fizice determinabile prin metode de măsurare și calcul specifice. Din acest punct de vedere, se identifică trei factori determinanți care influențează confortul higrotermic al omului: condiții fizice externe (temperatură, umiditate, mișcarea curenților de aer etc.); activitatea omului; nivelul îmbrăcămînții.

Confortul indivizilor este relaționat cu o serie de aspecte de naturi diferite care, coroborate, conferă percepția sa ca stare generală ¹¹³. Aspectele de natură climatică nu acoperă decât o parte a acestui sistem complex de aspecte, însă reprezintă obiectul central al lucrării de față.

În acest sens, zona geografică de proveniență a individului și fundamentul care stă la adaptarea sa climatică reprezintă un element important, întrucât îi definește răspunsul de confort în contexte microclimatice diferite. Aceste diferențe de percepție sunt determinate și de alte caracteristici precum, funcționarea metabolismului, masa corporală sau afecțiunile fiziologice. De aceea, la realizarea studiilor de evaluare a confortului pe grupuri de indivizi, se are în vedere ca aceștia să respecte condiții similare de îmbrăcăminte și activitate.

Confortul este în esență influențat de câteva condiții particulare, fiecare dintre acestea deținând la rândul lor trăsături direct corelate cu ambientul în care se regăsește corpul uman. Din acest punct de vedere, condițiile fizice sunt direct influențate de câțiva parametri precum sunt cei: termici, acustici, vizuali, olfactivi sau alții precum presiunea aerului, încărcarea statică a aerului interior etc. ¹¹⁴. Trei factori de care depinde îndeplinirea condițiilor de confort higrotermic necesare în determinarea

¹¹³ Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 55.

¹¹⁴ Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 55.

soluției de arhitectură sunt reprezentate de: proprietățile fizice și calitățile higrotermice ale materialelor alese, integrarea lor tehnologică în cadrul noii construcții, amplasarea componentelor în funcție de agenții externi (soare, vânt etc.)¹¹⁵.

Standardul DIN 1946-2, definește confortul termic astfel: „prezența condițiilor în care temperatura, umiditatea și mișcarea curenților de aer îndeplinesc condiția ca individul să se afle într-o stare de satisfacție și nu dorește condiții de un mai mare sau mai mic nivel de temperatură sau umiditate”¹¹⁶. Standardul european DIN 1946-2, în particular Raportul CR 1752 în CEN și standardul EN ISO 7730 (dezvoltat în special pentru proiectarea instalațiilor de condiționare a aerului) sunt instrumentele de evaluare a confortului din punct de vedere psihometric¹¹⁷. De asemenea, noua directivă EN 13779 preia aspecte conținute în ISO 7730¹¹⁸, îmbogățind sfera de tipuri de condiții de confort specifice anumitor funcțiuni sau activități ale indivizilor. Pe lângă instrumentele normative menționate, preluate de pe scena europeană, prevederile ASHRAE¹¹⁹ reprezintă la nivel mondial un pilon important, contribuind în mod semnificativ la cercetarea din acest domeniu.

Majoritatea literaturii de specialitate care deschide subiectul confortului uman în relație cu climatologia are în vedere valența higrotermică. De asemenea sunt discutate și aspecte senzoriale precum cele tactile, acustice sau vizuale însă în contextul lucrării de față acestea nu reprezintă instanțe determinante.

Tipurile de schimb termic pe care corpul uman le resimte în relația sa cu mediul ambiant reprezintă un punct esențial de pornire, pentru a înțelege relația pe care acesta o deține în raport cu: proprietățile termice ale spațiului respectiv, modalitățile de transfer al căldurii, calitățile calorice ale materialelor folosite și a suprafețelor arhitecturale, structurarea spațială a schimburilor termice în funcție de trăsăturile respectivei încăperi. Conducția, convecția și radiația influențează comportamentul individului în spațiu, fapt pentru care o abordare bioclimatică a proiectării de arhitectură

¹¹⁵ Francese, D., (1996) p. 10;

¹¹⁶ *Idem*, p.56.

¹¹⁷ *Idem*, p. 57.

¹¹⁸ *Ibidem*.

¹¹⁹ *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

nu va evita acest tip de incursiune. Acestora li se adaugă și evaporarea prin respirație și transpirație¹²⁰.

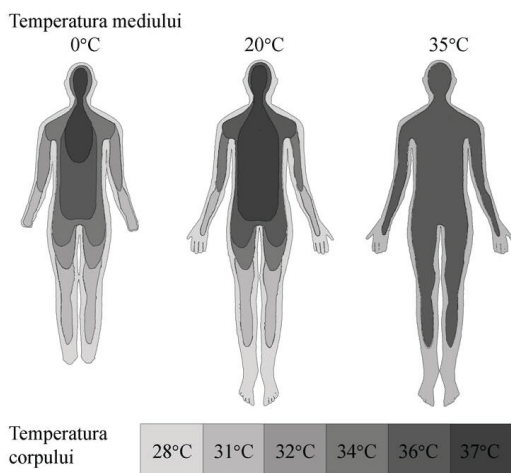


Fig. 16 – Termoreglarea corpului uman în funcție de temperatura mediului ambiant
[Adaptat după Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 56]

Așa cum menționează și Victor Olgyay, dată fiind sfera largă de opinii și studii pe tema confortului uman, nu există criterii precise de evaluare a acestuia¹²¹. Din acest motiv, analizele realizate reprezintă valori medii, care nu presupun o satisfacere de 100% a utilizatorilor unui spațiu. Nivelul absorbției/eliminării de energie a corpului omenesc este relaționat cu nivelul de îmbrăcare, tipul de activitate și temperatura efectivă a aerului. Ținând cont de acestea, anumiți indici, prezentați în rândurile următoare, sunt în măsură să evalueze diverșii factori. Aceștia vor fi prezentați dintr-o perspectivă mai mult schematică, fără a relua elemente teoretice de fizică a schimburilor termice, a cărei sursă de documentare este extrem de vastă. Ceea ce interesează pentru studiul de față este aplicativitatea și implementarea lor în cadrul procesului de proiectare propus.

¹²⁰ Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 55.

¹²¹ Olgyay, V., (1963), p. 18.

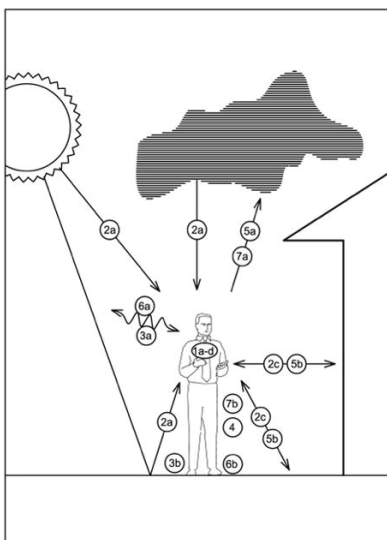


Fig. 17 – Schimburi termice între om și mediu
[Adaptat după Olgay, V., (1963), p.16.]

APORT DE ENERGIE:

1. Căldură produsă prin:
 - a) Procese de bază
 - b) Activități
 - c) Fiziologice (digestie etc.)
 - d) Contracții musculare, tremurat (frig)
2. Absorbția energiei radiante
 - a) De la soare (directe sau reflectate)
 - b) De la surse radiante de lumină
 - c) De la obiecte fierbinți neluminoase
3. Conducția căldurii prin:
 - a) De la aer
 - b) Prin contact cu obiecte mai calde
4. Condensul din atmosferă (ocazional)

ELIMINARE DE ENERGIE:

5. Radiație spre exterior
 - a) Către „cer”
 - b) Către medii, obiecte mai reci
6. Conducția căldurii dinspre organism
 - a) Către aerul înconjurător (efort fizic, prezența curenților de aer)
 - b) Prin contact direct cu alte obiecte
7. Evaporare
 - a) Prin respirație
 - b) Prin piele

Pentru determinarea stării de confort higrotermic a omului, au fost dezvoltate diverse „modele de confort”. În cele ce urmează vom prezenta două dintre acestea, și anume PMV-PPD și TSENS-DISC, fiind și cele mai răspândite în utilizarea curentă. Din acest motiv, cercetarea de față s-a rezumat la aceștia.

(I) Modelul PMV-PPD, dezvoltat de P.O. Fanger

Pentru determinarea stării de confort se remarcă necesitatea respectării a doi pași succesivi: asigurarea condițiilor de echilibru termic și determinarea condițiilor necesare pentru gestiunea confortului¹²².

În prima etapă, determinarea echilibrului termic (K) se calculează după formula:

$$M - E_{is} - E_{sw} - E_{res} - C_{res} = K = R + C^{123}$$

unde: M = Rata metabolică; E_{is} = eliminare calorică prin evaporare; E_{sw} = eliminare calorică de evaporare prin transpirație; E_{res} = eliminare calorică de evaporare prin respirație; C_{res} = eliminare calorică de convecție prin respirație; R = eliminare calorică radiativă la suprafața îmbrăcămintei; C = eliminare calorică de convecție la suprafața îmbrăcămintei.

În continuare, va fi detaliat cel de-al doilea pas, prin intermediul metodologiei ce utilizează asocierea indicilor PMV și PPD.

a) PMV – Votul Mediu Previzibil¹²⁴

PMV este un indice care controlează percepția previzibilă a gradului de confort higrotermic atribuit situațiilor microclimatice ale unui spațiu. Astfel, în raport cu aspectele cerecurg la activitatea și condițiile specifice de desfășurare ale acestora (de ex. cerințe normative particulare), se apelează la adaptarea celorlalți factori ce conduc la starea de confort neutru.

„Votul Mediu Previzibil” presupune considerarea părerii medii a unui grup de indivizi asupra senzației de confort în diferite condiții higrotermice. Cei care își exprimă votul sunt atât femei cât și bărbați, sortați pe clase de vârstă. Deoarece parametrii considerați sunt subiectivi în funcție de vârstă, sex sau condiții de adaptabilitate climatică, opțiunile subiecților diferă, valorile luate în considerare fiind cele medii. În evaluare sunt incluși 4 parametri de natură fizică (temperatura, temperatura medie radiantă, viteza relativă de mișcare a aerului și umiditatea relativă) și doi de factură

¹²² <http://www.new-learn.info/packages/clear/thermal/people/requirements/analytical/index.html>

¹²³ <http://www.new-learn.info/packages/clear/thermal/people/requirements/analytical/index.html>

¹²⁴ Din engl. Predicted Mean Vote (după Fanger, P. O.).

personală (activitatea desfășurată și nivelul vestimentației)¹²⁵ după următoarea formulă enunțată de Povl Ole Fanger, calculabilă printr-un program asistat de computer, enunțat și în ISO 7730:

$$PMV = [0.303 e^{-0.036M} + 0.028]L$$

unde: M = rata metabolică; L = pierderile de căldură a organismului.

Tabelul 2 ilustrează cele 7 voturi pentru evaluare. Este importantă menționarea faptului că, în urma cercetărilor ulterioare s-a dovedit faptul că indicele PMV este mult mai eficient dacă se adresează spațiilor al căror nivel higrotermic este controlat prin sisteme de condiționare a aerului și mai puțin prin spații ventilate natural¹²⁶. Alte condiții menționate în cercetarea lui Kate E. Charles citează studiile anunțate de Humphreys și Nicol care indică necesitatea situării în jurul valorilor: 0,3-1,2 *clo*, <1,4 *met*, temperatura inferioară a 27°C, viteza mișcării aerului sub 0,2m/s, umiditate relativă mai mică de 60%¹²⁷.

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Foarte rece	Rece	Răcoros	Neutru	Călduț	Cald	Foarte cald

Tab. 2 – Gradele de evaluare ale senzațiilor termice, preluate după Fanger [Pană, R., (2010), p. 19].

În ceea ce privește valorile introduse în formula furnizată de Fanger, se consideră utilă prezentarea lor succintă, din dorința de a respecta logica unui demers propriu unei propuneri de natură metodologică.

¹²⁵ Charles, K. E., (2003), p. 18.

¹²⁶ Charles, K. E., (2003), p. 19.

¹²⁷ Humphreys, M. A., & Nicol, J. F. (2002), „The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments” in *Energy and Buildings*, 34(6), 667-684, *apud*. Charles, K. E., (2003), p. 19.

Descrierea îmbrăcăminte	$I_{cl,i}$ (clo ^b)
Lenjerie	
Chiloți bărbătești	0.04
Chiloți de damă	0.03
Sutien	0.01
Tricou	0.08
cămașă de noapte/combinezon	0.16
cămașă de noapte/combinezon (1/2)	0.14
Bluză de corp cu mânecă lungă	0.20
Pantalon de corp	0.15
Încălțăminte	
Șosete sport scurte	0.02
șosete medii	0.03
Ciorap până la genunchi (iarnă)	0.06
Ciorap de damă	0.02
Sandale	0.02
Papuci	0.03
Ghete/cizme	0.10
Maieuri și bluze	
Maieu, bluză decoltată	0.12
Cămașă cu mânecă scurtă (rochie similară)	0.19
Cămașă cu mânecă lungă (rochie similară)	0.25
Bluză, flanelă	0.34
Tricou, tricou golf	0.17
Tricou cu mânecă lungă	0.34
Pantaloni și salopete	
Pantalon scurt sport	0.06
Pantaloni scurt	0.08
Pantalon lung (vară)	0.15
Pantalon lung (iarnă)	0.24
Pantalon trening	0.28
Salopeta	0.30
Salopeta cu mânecă lungă	0.49

Descrierea îmbrăcăminții	$I_{cl,i}$ (clo ^b)
Jachete și veste	
Sacou (vară)	0.36
Sacou (iarnă)	0.44
Sacou nasturi dubli (vară)	0.42
Sacou nasturi dubli (iarnă)	0.48
vestă (vară)	0.10
vestă (iarnă)	0.17
Pulovere	
Vestă (vară)	0.13
Vestă (iarnă)	0.22
Pulover (vară)	0.25
Pulover (iarnă)	0.36
Rochii și fuste (până la genunchi)	
Fustă (vară)	0.14
Fustă (thick)	0.23
Rochie cu mânecă lungă (vară)	0.33
Rochie cu mânecă lungă (iarnă)	0.47
Rochie cu mânecă scurtă (vară)	0.29
Mânecă scurtă, decoltat (vară)	0.23
Mânecă scurtă, decoltat (iarnă)	0.27
Pijamale, capoturi	
Maieu, combinezon scurt (vară)	0.18
Maieu, combinezon lung (vară)	0.20
Combinezon spital	0.31
Mânecă lungă, Combinezon lung (iarnă)	0.46
Pijamale cu mânecă lungă (iarnă)	0.57
Pijamale cu mânecă scurtă (vară)	0.42
Long-sleeved, Capot lung (iarnă)	0.69
Mânecă lungă, capot scurt (iarnă)	0.48
Mânecă scurtă, capot scurt (vară)	0.34

Tab. 3 – Valorile de izolare ale îmbrăcăminții
[trad. noastră, adaptat după ASHRAE, (2009), ind. 9.9].

În acest sens, se evidențiază cei doi indici de factură personală a indivizilor, *clo* și *met*:

a.1) Izolația termică a îmbrăcăminții (I_{cl})

Este utilizat în calculul indicelui PMV, conferindu-i-se unitatea de măsură „clo”, ce provine ca scurtătură de la termenul englezesc *clothing*. I se atribuie următoarea valoare: $1clo = 0.155 \cdot (m^2 \cdot K) / W$. Conform ASHRAE, metodele cele mai precise de evaluare a izolației termice a îmbrăcăminții presupun măsurarea acestei valori fie pe manechine încălzite¹²⁸, fie în mod direct pe indivizi¹²⁹. Literatura de specialitate este foarte variată pe această temă și se evidențiază numeroase studii care expun modalități de estimare a indicelui. Fiind o ramură specializată, pentru simplificare, s-au determinat valori estimative în funcție de tipul de îmbrăcămintă. Evaluarea exactă este dificilă în aceste condiții, fapt pentru care arhitectul poate utiliza valori normate. Astfel de exemple ne sunt furnizate de ASHRAE, după cum urmează:

Descrierea îmbrăcăminții	I_{cl} , <i>clo</i>	I_t^b , <i>clo</i>	f_{cl}	i_{cl}	i_m^b
Pantaloni scurți, cămașă cu mânecă scurtă	0.36	1.02	1.1	0.34	0.42
Pantaloni, cămașă cu mânecă scurtă	0.57	1.2	1.15	0.36	0.43
Pantaloni, cămașă cu mânecă lungă	0.61	1.21	1.2	0.41	0.45
Idem, plus jachetă (sacou)	0.96	1.54	1.23		
Idem, plus vestă și tricou de corp	1.14	1.69	1.32	0.32	0.37
Pantaloni, cămașă cu mânecă lungă, bluză de corp cu mânecă lungă, pulover, tricou	1.01	1.56	1.28		
Idem, plus jachetă (sacou) și indispensabile	1.3	1.83	1.33		
pantaloni și bluză sport	0.74	1.35	1.19	0.41	0.45
Bluză de pijama cu mânecă lungă, pantaloni întregi de pijama / combinezon 3/4, papuci (fără ciorapi)	0.96	1.5	1.32	0.37	0.41

¹²⁸ McCullough, E.A.; Jones B.W., (1984), A comprehensive data base for estimating clothing insulation. IER Technical Report 84-01, Institute for Environmental Research, Kansas State University, Manhattan. ASHRAE Research Project RP-411, Final Report; Apud. ASHRAE, (2009), ind. 9.8.

¹²⁹ Olesen, B.W.; Nielsen R., (1983), Thermal insulation of clothing measured on a moveable manikin and on human subjects. Technical University of Denmark, Lyngby; Apud. ASHRAE, (2009), ind. 9.8.

Fustă până la genunchi, tricou cu mânecă scurtă, ciorapi, sandale	0.54	1.1	1.26		
Fustă până la genunchi, tricou cu mânecă lungă, maiou lung, ciorapi	0.67	1.22	1.29		
Fustă până la genunchi, tricou cu mânecă lungă, bluză cu mânecă lungă, maiou 1/2, ciorapi	1.1	1.59	1.46		
Idem, dar cu jachetă în loc de pulover	1.04	1.6	1.3	0.35	0.4
Fustă lungă, bluză cu mânecă lungă, jachetă (sacou), ciorapi	1.1	1.59	1.46		
Salopetă cu mânecă lungă, Tricou	0.72	1.3	1.23		
Salopetă fără mâneci, bluză cu mânecă lungă, Tricou	0.89	1.46	1.27	0.35	0.4
Salopetă întreagă termică, lenjerie intimă termică, indispensabile	1.37	1.94	1.26	0.35	0.39

Tab. 4 – Valorile de izolare ale diverselor combinații de îmbrăcăminte
[trad. noastră, adaptat după ASHRAE, (2009), ind. 9.8].

În condițiile studiului de față, în favoarea unei metodologii de proiectare care intenționează să acopere o gamă largă de factori strâns relaționați cu modelarea arhitecturală în raport cu fluxurile de activități care determină caracterul unui spațiu, se consideră important a se conecta factorii esențiali ce pot influența asigurarea confortului termic. În Tab. 5 este evidențiată relația dintre activitatea umană, valoarea izolației termice a îmbrăcăminte, temperatură, viteza curenților de aer și eliberarea de energie calorică către ambient.

Activi- tatea omului	Îmbrăcă- minte	Temp. de confort	Mișcarea relativă a aerului	Transfer de căldură de la individ spre mediu				
				Con- vecție	Radi- ație	Vaporizare latentă		Total
	(Clo)1	°C	<i>m/s</i>	<i>watt</i>	<i>watt</i>	<i>g/h</i>	<i>watt</i>	<i>watt</i>
Stagnant	Nud	28.8	< 0.1	36	38	40	27	102
		30.1	0.3	47	29	40	27	102
		30.7	0.5	51	24	40	27	102
		31.4	1	57	20	40	27	102

	0.5	26.2	< 0.1	36	37	42	28	102
		27.4	0.3	47	28	42	28	102
		27.9	0.5	50	23	42	28	102
		28.5	1	56	19	42	28	102
	1	23.3	< 0.1	36	35	44	30	102
		24.5	0.3	45	27	44	30	102
		25	0.5	50	22	44	30	102
		25.6	1	55	17	44	30	102
	1.5	20.7	< 0.1	36	34	46	31	102
		21.8	0.3	45	26	46	31	102
		22.3	0.5	50	21	46	31	102
		22.8	1	55	16	46	31	102
Acti- tate medie	Nud	24.4	< 0.1	59	65	115	77	204
		26.2	0.3	76	51	115	77	204
		27.1	0.5	83	44	115	77	204
		28.2	1	93	35	115	77	204
	0.5	19.9	< 0.1	60	63	120	80	204
		21.6	0.3	76	48	120	80	204
		22.4	0.5	83	41	120	80	204
		23.3	1	92	33	120	80	204
	1	15.3	< 0.1	60	59	123	83	204
		16.9	0.3	76	45	123	83	204
		17.7	0.5	83	38	123	83	204
		18.6	1	91	30	123	83	204
	1.5	10.9	< 0.1	62	57	126	84	204
		12.5	0.3	77	43	126	84	204
		13.2	0.5	83	36	126	84	204
		14	1	91	29	126	84	204
Acti- tate intensă	Nud	22.1	0.3	107	67	192	129	306
		23.4	0.5	117	60	192	129	306
		24.9	1	130	48	192	129	306
	0.5	15.7	0.3	108	64	198	133	306
		16.8	0.5	119	55	198	133	306
		18.2	1	130	44	198	133	306
	1	9.3	0.3	110	59	202	135	306
		10.4	0.5	120	51	202	135	306

	1.5	11.7	1	131	40	202	135	306
		3.2	0.3	113	56	205	137	306
		4.2	0.5	122	47	205	137	306
		5.4	1	131	37	205	137	306

Tab. 5 – Valorile de izolare ale îmbrăcămintei
(trad. noastră, adaptat după http://www.engineeringtoolbox.com/metabolism-clothing-activity-d_117.html).

a.2) Rata metabolică

Reprezintă cantitatea de calorii eliberate de organism în funcție de activitatea depusă. Unitatea de măsură în acest caz este exprimată prin „met”, unde 1met = 58 W/m², fiind echivalentul degajării de energie a unei persoane așezate, aflată în stare de relaxare. Din înmulțirea acestui indice cu suprafața corpului uman, rezultă valoarea absolută a energiei consumate, în funcție de activitatea pe care acesta o desfășoară. În Tab. 6 sunt ilustrate valorile corespundente acestora:

Activitate	W/m2	W1)	Btu/hr1)	Met
Odihnă/somn	46	83	282	0.8
Așezat relaxat	58	104	356	1
A sta în picioare, relaxat	70	126	430	1.2
Activitate sedentară (birou, acasă, școală, laborator)	70	126	430	1.2
Conducere automobil	80	144	491	1.4
Activități grafice, legătorie cărți	85	153	522	1.5
A sta în picioare, activitate ușoară, (cumpărături, laborator, industrie ușoară)	93	167	571	1.6
Didactic	95	171	583	1.6
Activități domestice - bărbierire, spălare, îmbrăcare	100	180	614	1.7
Mers constant, pe suprafață orizontală, 2 km/h	110	198	675	1.9
A sta în picioare, activitate medie (vânzare în magazin, munci domestice)	116	209	712	2
Industria construcțiilor - zidărie (Blocuri de 15.3 kg)	125	225	768	2.2
Spălare vase, stând în picioare	145	261	890	2.5
Munci domestice - în jurul casei (de ex. grebare)	170	306	1043	2.9

Munci domestice - spălare cu mâna, călcat rufe (120-220 W)	170	306	1043	2.9
Metal - utilizarea ciocanului pneumatic	175	315	1075	3
Industria construcțiilor - formarea mortar	180	324	1105	3.1
Mers constant, pe suprafață orizontală, 5 km/h	200	360	1228	3.4
Forestier - tăierea cu fierăstrăul	205	369	1259	3.5
Volei	232	418	1424	4
Gimnastică ușoară	261	470	1602	4.5
Industria construcțiilor - transportat cu roaba	275	495	1688	4.7
Bicicletă, golf, joc cu mingea	290	522	1780	5
Gimnastică	319	574	1959	5.5
Aerobic, dans, baschet, înot	348	624	2137	6
Sport - Patinaj, 18 km/h	360	648	2210	6.2
Agricultură - săpat șanț cu cazmaua (24 mișcări/min.)	380	674	2333	6.5
Schiat la nivel orizontal, 9 km/h Patinaj / role Tenis de câmp	405	729	2487	7
Handbal, hochei, badminton, tenis Hochei Schi de lunga distanță Fotbal	464	835	2848	8
Alergare 12 min/mile Forestier - tăierea cu toporul (greutate 2 kg. 33 lovituri/min.)	500	900	3070	8.5
Sport - alergare 15 km/h	550	990	3377	9.5

Tab. 6 – Valorile ratei metabolice pentru anumite activități comune
(trad. noastră, adaptat după http://www.engineeringtoolbox.com/met-metabolic-rate-d_733.html).

b) PPD – Procent previzibil de nemulțumiți¹³⁰

În strânsă corelare cu Votul Mediu Previzibil, PPD ilustrează procentul persoanelor care, supuse testelor, în diverse condiții microclimatice se anunță a fi nemulțumiți de acestea. Pe măsură ce valoarea este mai mică, situația de confort este superioară. În aceste

¹³⁰ Din engl. *Predicted Percentage Dissatisfied* (după Fanger, P. O.).

condiții, Fanger a constituit relația de corespondență cu indicele PMV, ilustrat și în Fig. 14. Se remarcă o curbă simetrică față de indicativul valorii zero a axei abscisei. ISO 7730 recomandă respectarea intervalelor valorice - 0,5 < PMV < +0,5 și PPD < 10%¹³¹.

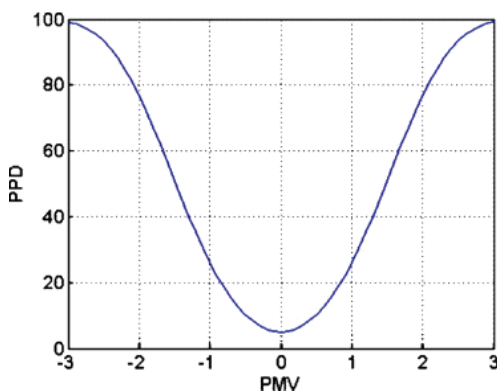


Fig. 18 – Corespondența între indicii PMV și PPD
[Peeters, L., de Dear, R. et. al. (2009)].

(II) Modelul TSENS-DISC (Two-Node Model)

O altă soluție de evaluare a condițiilor de confort termic este reprezentată de *Two-Node Model*, utilizabil în cazul activităților ușoare și moderate în condiții termice de la rece la foarte cald¹³². Conceptul de utilizare a acestora este redat de senzația termică determinată prin diferența dintre temperatura a două elemente concentrice, nivelul pielii și interiorul organismului¹³³. Urmând o serie de calcule ale diversilor coeficienți se determină indicele TSENS de senzație termică și indicele DISC de disconfort termic. Aceștia vor fi prezentați mai mult descriptiv întrucât determinarea lor este mai mult controlată sub aspect matematic.

¹³¹ Olesen, B.W., (1982), p. 34.

¹³² ASHRAE, (2009), ind. 9.18.

¹³³ ASHRAE, (2009), ind. 9.18.

a) *Indicele de senzație termică - TSENS*

Indicele TSENS indică deviația temperaturii medii a organismului față de limitele minime și maxime (rece respectiv cald) ale zonei de reglare termică prin evaporare¹³⁴. Acesta utilizează o scară valorică ale cărei caracteristici, spre deosebire de cea a PMV, include încă 4 niveluri de evaluare, poziționate la extreme. Ca atare, de această dată se identifică 11 puncte, așa cum apar ilustrate în Tab. 7:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Intolerabil de rece	Extrem de rece	Foarte rece	Rece	Răcoros	Neutru	Călduț	Cald	Foarte cald	Extrem de cald	Intolerabil de cald

Tab. 7 – Gradele TSENS de evaluare ale senzațiilor termice
[adaptat după ASHRAE, (2009), ind. 9.19].

b) *Indicele de disconfort termic - DISC*

Acesta este un indicator al senzației de căldură în medii calde, fiind numeric egal cu rezultatul matematic al TSENS pentru medii reci. Interpretarea sa este evaluată prin intermediul a cinci clase distincte: 5 – intolerabil; 4 – tolerabil la limită; 3 – foarte neplăcut; 2 – inconfortabil și neplăcut; 1 – ușor inconfortabil dar acceptabil; 0 – confortabil¹³⁵.

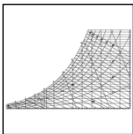
Utilizarea modelelor de confort PMV-PPD respectiv TSENS-DISC discutate anterior, reprezintă soluții utile în evaluarea confortului termic al spațiilor proiectate sau al celor deja realizate. Totuși, utilizarea lor necesită o anumită atenție în aplicările practice, deoarece spațiile construite prezintă de cele mai multe ori caracteristici particulare. Acestea nu sunt de regulă adaptate situațiilor de dinamică termică inconstante. Fac astfel excepție cazurile în care corpul resimte anumiți stimuli termici neuniformi, atunci când un anumit ambient prezintă suprafețe arhitecturale cu temperaturi

¹³⁴ ASHRAE, (2009), ind. 9.19.

¹³⁵ ASHRAE, (2009), ind. 9.19.

excepționale (mari suprafețe vitrate, pardoseală rece, radiatoare fierbinți, diferențe mari de temperatură între cota picioarelor și a capului etc.)¹³⁶. În acest sens, arhitectul are datoria de a controla aceste dezacorduri de senzație termică prin intermediul unui proiect corect gestionat.

4.1.2.4 Diagramele psihrometrice în proiectarea bioclimatică



Din seria analizelor de confort a utilizatorilor spațiilor arhitecturale, diagramele psihrometrice se remarcă a primi un interes aparte în rândul specialiștilor din domeniu, în vederea utilizării în proiectarea curentă. Întrucât de cele mai multe ori aceste instrumente stau la îndemâna inginerului, arhitectul este cel care are noțiunile necesare descifrării acestora, menirea sa fiind aceea de a controla configurarea corectă a spațiilor atât din punctul de vedere al modului în care este resimțită senzația de confort de către utilizator, dar și din perspectiva realizării unui organism arhitectural care funcționează în acord cu menținerea confortului utilizatorilor și a echilibrului resurselor energetice.

În cele ce urmează, vom integra o serie de noțiuni care gravitează în jurul conceptului de proiectare sustenabilă, în scopul de a clarifica și certifica înțelegerea științifică a termenilor, pentru a evita utilizarea eronată a acestora atât în limbajul de specialitate cât și în cel curent.

a) Psihrometria

Psihrometria se ocupă cu studiul condițiilor de microclimat ce au în vedere considerarea diverselor componente care caracterizează un anumit spațiu extern sau intern, în strânsă corelare cu umiditatea aerului. Astfel, cei care se ocupă cu studiul fenomenelor particulare care intervin în estimarea confortului higrotermic sunt specialiștii din domenii precum cele ale geografiei în ansamblu și ale meteorologiei în special. Sunt preluate și adaptate ulterior de profesioniștii proiectanți din mediul construcțiilor, în mod special de inginerii de instalații. Culegerea rezultatelor referitoare la datele climatice primare sunt înregistrate de agențiile de meteorologie și de instituțiile aeroportuare sau portuare maritime. Din păcate, în România accesul la aceste date este relativ limitat întrucât presupune costuri mari și

¹³⁶ Olesen, B.W., (1982), p. 35.

implică o cantitate semnificativă de materiale neprelucrate din punct de vedere al indicilor de confort ambiental.

Printre cei care au considerat microclima unui spațiu ca un aspect esențial al funcționării acestuia, se numără o serie de specialiști, arhitecți sau nu, care prin studiile și proiectele realizate, confirmă necesitatea considerării unei abordări sensibile la acest subiect. Se pot aminti în acest context doar câteva nume precum Victor Olgyay, Baruch Givoni sau Steven Szokolay. Urmând acest tip de demers, procesul de proiectare devine un instrument mai amplu, în care se includ o serie de aspecte care anterior nu erau luate în considerare. Astfel fiecare etapă deține o evaluare în strânsă relație cu omul și asigurarea confortului necesar pentru acesta, ca element focalizator al întregului șir de decizii.

b) Indici bioclimatici (ambientali) folosiți în aprecierea confortului higrotermic

În cadrul studiului de față vom enumera doar câțiva dintre indicii de confort termic ce stau la baza evaluării și proiectării confortului higrotermic. Anumiți indici sunt utilizați în domeniul bioclimatologiei și meteorologiei, referindu-se așadar la mediul exterior, fără a reprezenta subiecte de cercetare pentru studiul condițiilor de confort în cadrul procesului de proiectare destinat spațiilor arhitecturale.

- » „Temperatura medie radiantă” (T_{mr}) este redată de media ponderată a temperaturilor superficiale ale suprafețelor unei incinte, care țin cont de efectul diverselor considerente particulare ale spațiului, precum temperatura suprafețelor împrejurătoare, a mișcării curenților de aer, a impactului radiației solare directe etc.¹³⁷. Brujan o definește ca fiind „temperatura distribuită uniform pe suprafața unei anvelope negre imaginare, cu care o persoană schimbă aceeași cantitate de căldură prin radiație ca cea din mediul considerat”¹³⁸.
- » „Temperatura efectiv-echivalentă” (TEE), măsurată în „°C”, ia în considerare senzația termică a omului, în raport cu fenomenele care acționează asupra organismului: aport solar, mișcarea curenților de aer, căldura latentă a aerului, umiditatea relativă. Ilustrează temperatura efectivă pe care o resimte organismul uman, semnalând

¹³⁷ Grosso, M., (2008), p. 107.

¹³⁸ Brujan, E.A., (f.a.), p. 15.

temperatura efectivă a aerului, măsurată la termometrul uscat, „la care se adaugă căldura latentă de vaporizare”¹³⁹.

- » „Indicele de disconfort THOM” - DI THOM - (°C) este considerat unul dintre cei mai buni indici de estimare a temperaturii efective. Se aplică numai între +21 și +47°C.¹⁴⁰
- » „Indicele termo-higrometric” - THI (°C) reprezintă o variantă a indicelui THOM și deține avantajul de a nu utiliza temperatura termometrului umed adesea neaccesibilă.¹⁴¹
- » „Indicele de Tensiune Relativă” (RSI) permite evaluarea condițiilor de stres caloric, fiind aplicat numai pe perioada verii pentru temperaturi care nu depășesc +35°C. Se calculează pe baza temperaturii și presiunii vaporilor.¹⁴²
- » „Indicele HUMIDEX” se măsoară numai între +22 și +55°C, luând în considerare temperatura aerului și presiunii vaporilor de apă. se folosește în medii cu temperatură și umiditate ridicată.¹⁴³
- » „Indicele SCHRLAU estival” (ISE) se calculează pentru valori ale umidității relative superioare a 30% și pentru temperaturi cuprinse între +17 și +39°C.¹⁴⁴
- » „Indicele SCHRLAU invernal” (ISH) se calculează pentru valori ale umidității relative superioare a 40% și pentru temperaturi cuprinse între -5 și +6°C.¹⁴⁵
- » „Indicele puterii de răcire a vântului” (*Wind-chill*) se măsoară în W/m², pentru viteze cuprinse între 2m/s și 24m/s, la temperaturi inferioare valorii de +11°C. Fiind în strânsă legătură cu acest indice, se mai poate calcula „Temperatura echivalentă a puterii de răcire a vântului” (°C).¹⁴⁶

c) Diagrama bioclimatică; Zona de confort

Referindu-se la proiectarea bioclimatică, Ken Yeang afirma faptul că cerința folosirii sistemelor pasive este primordială iar celelalte strategii

¹³⁹ Ciulache, S.; Ionac, N., (2008), p. 8.

¹⁴⁰ *Idem*, p. 10.

¹⁴¹ *Idem*, p. 9.

¹⁴² *Idem*, p. 11.

¹⁴³ *Idem*, p. 13.

¹⁴⁴ *Idem*, p. 15.

¹⁴⁵ *Idem*, p. 16.

¹⁴⁶ *Idem*, p. 16.

active sunt secundare¹⁴⁷. Același autor atenționează asupra faptului că orice eroare în configurația unei clădirii urmează a fi corectată de un echipament mecanic¹⁴⁸, ceea ce corespunde unui consum energetic inutil. Raportându-ne la cele afirmate de arhitectul citat, este cert faptul că erorile pot fi evitate printr-o proiectare minuțioasă, utilizând acele instrumente care facilitează o abordare cât mai exactă.

Unul dintre instrumentele de proiectare care s-a dezvoltat în jurul conceptului de eco-compatibilitate este diagrama psihrometrică, denumită uneori și bioclimatică. În alte cuvinte, este vorba despre reprezentarea grafică a condițiilor microclimatice ale unui amplasament specific, identificând „zona de confort” ca un summum de date ce reprezintă coroborarea diversilor indici care conduc la asigurarea confortului higrotermic.

Un prim pas necesar întocmirii diagramelor bioclimatice este maparea situației existente în funcție de perioada din an. Odată realizate, peste această grilă se suprapune zona ideală de confort raportată la condițiile amplasamentului. În urma acestei coroborări, dintre o situație reală și una ideală, vor fi ilustrate diferențele esențiale, identificându-se problemele de natură higrotermică ce urmează a fi îndreptate prin diferite mijloace de proiectare. Astfel, prin reprezentarea grafică a celor două condiții, se recurge la determinarea strategiei de reglare a echilibrului de confort din spațiul respectiv. Fiecărui parametru al diagramei îi corespunde un reper de natură climatică, în grad să acopere gama componentelor fizice care influențează zona de confort. Modificarea acestor parametri presupune inducerea în sistemul climatic real a unor modificări a parametrilor, pentru ca situația proiectată a spațiului să se suprapună cu zona ideală de confort.

Scopul principal al utilizării diagramelor psihrometrice este determinarea strategiei bioclimatice de funcționare a clădirii proiectate. Din acest motiv, acoperirea zonei ideale de confort este prioritară. În acest sens, diagramele se completează în mod general pentru perioadele medii corespondente lunilor sau anotimpurilor specifice, dar se pot considera și

¹⁴⁷ Yeang, K în Evans, J.M., p. 38. „Simply stated, bioclimatic design is the design of buildings that optimises all passive modes [...]. All these passive means need to be optimised in relation to the ambient climate of that latitude to achieve improvements in comfort levels better than the ambient conditions of the place. This must first be achieved through the use of non-active and hence non electromechanical means”.

¹⁴⁸ Yeang, K., p. 8.

valorile excepționale (minime și maxime) care se înregistrează în mod normal în acele perioade. Astfel, pentru valorile corespundente unei luni de iarnă, se iau în considerare trei variante: zile cu cer senin (transfer termic mare și aport solar); zile cu valori medii de înnoare; zile cu cer acoperit (variație termică redusă zi-noapte, lipsa aportului solar direct)¹⁴⁹. Totuși un studiu atât de detaliat se poate realiza doar în situația în care există date climatice detaliate.

d) Elementele climatice conținute în diagrama psihrometrică

Se vor aminti fenomenele climatice care influențează parametrii de confort din aer, și care se reprezintă în mod curent pe diversele diagrame higrometrice.

- » „Temperatura aerului” ($^{\circ}\text{C}$) se referă în mod particular la temperatura resimțită în raport cu celelalte condiții (umiditate și vânt), și depinde considerabil de temperatura suprafețelor care definesc spațiul respectiv, de numărul de persoane sau de activitatea ce se desfășoară în cadrul acestuia. Se măsoară cu ajutorul termometrului uscat (t_{usc}). O altă variabilă este temperatura (t_{um}) măsurată la termometrul umed, din diferența celor două măsurători calculându-se nivelul umidității din aer.
- » „Umiditatea relativă” influențează în mare măsură zona de confort întrucât, în afara valorilor medii de 40-65% în condițiile unei clime temperate, induce mijloace suplimentare de control. Se măsoară cu ajutorul psihrometrului. Reprezintă cantitatea de vapori de apă din aer, în raport cu valoarea de saturație a acestora la o temperatură dată și se măsoară procentual.
- » „Viteza aerului” deține unul dintre rolurile esențiale în controlul zonei de confort. De asemenea, poate constitui un principiu de proiectare în măsură să regleze celelalte componente care influențează zona de confort. O mișcare a aerului în spațiile interioare, superioară valorii de 0,5 m/s, va determina un disconfort local ce poate conduce la modificarea stării de sănătate a utilizatorilor spațiului respectiv. Viteza aerului se măsoară cu ajutorul unui anemometru termic.
- » „Entalpia” (H) constă în căldura conținută în aer, considerată în raport cu căldura asociată temperaturii de 0°C măsurată la termometrul uscat¹⁵⁰. Aceasta exprimă potențialul termodinamic al unui fluid.

¹⁴⁹ Rogora, A., (2003), p. 19.

¹⁵⁰ Szokolay S., (2004), p.15.

Între diferitele componente descrise, o serie de relații ce pot fi reprezentate prin intermediul graficelor, evidențiază anumite trăsături ale componentelor luate ca atare sau ale influențelor reciproce. Printre acestea se pot identifica:

- temperatura aerului - umiditate relativă
- temperatura aerului - temperatura suprafețelor spațiului
- temperatura aerului - viteza aerului la nivelul capului
- temperatura internă - temperatura externă¹⁵¹

Rolul esențial al diagramelor psihrometrice este acela de reprezentare grafică a relațiilor dintre diferite componente, în măsură să influențeze în mod pozitiv procesul de analiză și de proiectare a spațiilor, ținând cont de condițiile climatice specifice ale unui anumit amplasament. În ceea ce urmează se propune prezentarea a trei dintre cele mai cunoscute tipuri de diagrame bioclimatice, cu intenția de a reflecta diferențele dintre acestea, punctele pozitive ale fiecărei metode în parte și posibilitățile lor de aplicare în procesul de proiectare a spațiilor arhitecturale.

Utilizarea diagramelor bioclimatice reprezintă un instrument de control al asigurării unui microclimat confortabil, însă dețin câteva limitări pe care omul le resimte în contactul direct cu spațiul. Difuzarea acestora în rândul proiectanților prezintă riscul de a fi interpretate greșit în funcție de tipul construcției, a prezenței unui sistem de climatizare sau a opțiunilor personale ale utilizatorilor. De aceea, preluarea unor date precum cele furnizate de ASHRAE în cadrul unei clădiri fără un sistem de condiționare a aerului, în condițiile opțiunii realizării unui edificiu după principii bioclimatice pasive, este o alegere greșită. Acest lucru se datorează faptului că omul resimte în mod diferit efectele higrotermice furnizate prin mijloace tehnologice sau naturale. Ideea este confirmată de cazurile în care într-un anumit spațiu se pot asigura condiții de confort fără necesitatea condiționării aerului¹⁵².

e) Tipuri de diagrame psihrometrice

În cele ce urmează vor fi prezentate trei cele mai cunoscute tipuri de diagrame. Acestea sugerează metode de ilustrare grafică, ușor de intuit de către arhitectul sau inginerul din domeniu, care redau însă o soluție mai puțin fidelă în ceea ce privește exactitatea directă a mărimilor fizice, utile pentru a asigura necesarul de confort. Trebuie așadar să fie urmate de

¹⁵¹ Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), pp. 58, 59.

¹⁵² Givoni, B., (1998) p. 36.

calcule de specialitate care redau valorile veritabile ale datelor necesare conceperii clădirilor. Aspectul pozitiv cu cea mai mare importanță este rezultarea la nivel grafic a unor principii de proiectare bioclimatică față de care ulterior se desemnează strategia bioclimatică de funcționare a spațiilor în cauză, pe perioade diferite din zi sau din an. În acest sens, pentru arhitect este pus în discuție un instrument extrem de util, în vederea determinării acelor alegeri arhitecturale care, printr-o corectă configurare, asigură clădirii o bună funcționare în raport cu echilibrul resurselor energetice și confortul spațiilor interioare.

e.1) Diagrama bioclimatică propusă de Victor Olgyay

Diagrama propusă de frații Olgyay identifică zona de confort relaționată cu condițiile microclimatice ale spațiilor exterioare, luând în considerare câțiva parametri ce influențează senzația de confort higrotermic: temperatura, umiditatea relativă, temperatura medie radiantă, viteza mișcării aerului, radiația solară și răcirea prin evaporare¹⁵³. Acest tip de diagramă funcționează în mod special pentru spațiile exterioare și este verificată pentru o latitudine de aproximativ 40°C. Este importantă menționarea faptului că intră în sprijinul proiectantului, luând în considerare o activitate sedentară a utilizatorilor spațiului respectiv, la un nivel normal de îmbrăcare. Poate fi aplicată proiectării unui spațiu exterior, întrucât nu sunt introduse în calcul elemente care să țină cont de eventuala anvelopantă a unui spațiu închis.¹⁵⁴ Se va urmări ulterior, în capitoul următor, cazul diagramei bioclimatice propusă de Baruch Givoni care ia în calcul aceste valori.

În cazul de față, axa abscisei este reprezentată de valorile umidității relative (%), cea a ordonatei fiind ocupată de temperaturi (°C). Se consideră de asemenea reprezentarea curenților de aer care influențează în mod esențial condițiile microclimatice ale unui spațiu. Odată determinate valorile optime și identificarea zonei de confort pe suprafața diagramei, aceasta se va decodifica recurgându-se la extragerea principiilor de proiectare aplicabile.

¹⁵³ Givoni, B., (1969), p.280.

¹⁵⁴ Givoni, B., (1969), p.282.

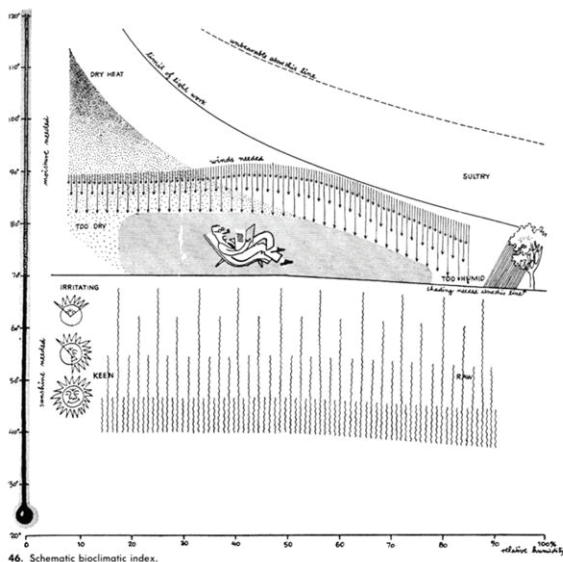


Fig. 19 - Diagrama bioclimatică (după Victor Olgyay)

Date de intrare		Zona de confort (B)	Modalități de proiectare (C)
1	Temperatura aerului	Zona de confort (statică)	Utilizarea radiației solare
2	Umiditatea relativă		Mișcarea curenților de aer
3			Răcire prin evaporare
4			Sisteme de încălzire
5			Aer condiționat
6			Sisteme de umbră
Suma	2	1	6

Tab. 8 - Modelul propus de Olgyay¹⁵⁵

În Tab. 8 sunt reprezentate câteva caracteristici ale diagramei propuse de Olgyay și posibilitățile de aplicare în proiectul de arhitectură, sub formula semnalată în studiul intitulat *Thermal Confort in Architecture*¹⁵⁶.

¹⁵⁵ Saberi, O., Saneei, P., Javanbakht, A., (f.a.), p. 7.

¹⁵⁶ Saberi, O., Saneei, P., Javanbakht, A., (f.a.), *Thermal Confort in Architecture*.

e.2) *Diagrama bioclimatică propusă de Baruch Givoni*

Unul dintre pionierii din domeniul studierii confortului în cadrul conceperii spațiilor arhitecturale, Baruch Givoni a propus un alt tip de diagramă, asemănătoare celei prezentate inițial, dar care ține cont de o serie suplimentară de aspecte. Aceasta stă și la baza ulterioarelor modele propuse de ASHRAE, devenite standarde de proiectare recunoscute la nivel mondial, a sistemelor HVAC¹⁵⁷. Metoda poate fi aplicată pentru evaluarea microclimatului spațiilor interioare, introducându-se câteva elemente care traduc relaționarea corpului uman cu mediul spațiului interior analizat. În acest caz se combină *Indicele de stres termic* (ITS), precum și un indice de estimare a valorilor caracteristice ale unui spațiu închis.¹⁵⁸

Denumirea acestui tip de reprezentare devine BBCC (*Building Bioclimatic Chart*)¹⁵⁹ întocmai pentru faptul că se aplică edificiilor, deci spațiilor cu microclimat controlat în raport cu cel exterior, supus direct agenților climatici. Avantajul major al utilizării acestei metode este posibilitatea de a determina acele strategii care pot interveni din faza de proiectare a edificiului, în funcție de principiile alese. În cazul de față interesul nostru este orientat spre proiectarea bioclimatică și ca atare se vor determina și reprezenta grafic inclusiv acele principii pasive care pot influența buna funcționare microclimatică a spațiilor definite. Printre acestea se pot menționa aspecte precum: rezistența și inerția termică a materialelor de construcție, ventilația naturală, umidificarea naturală, aport solar direct etc.. Abscisa diagramei psihrometrice propusă de Givoni este ocupată de valorile temperaturilor măsurate la termometrul uscat (DBT¹⁶⁰) în timp ce pe ordonată sunt reprezentate valorile umidității, măsurată în g/kg. Punctarea temperaturilor termometrului umed (WBT¹⁶¹) este relaționată cu cea a valorilor umidității relative (%), generând curbele valorilor presiunii vaporilor. Cea care delimitează grafic întreaga diagrama este curba valorilor de saturație a vaporilor de apă din aer.

În comparație cu metoda lui Olgyay, de această dată, studiul condus de Saberi, Saneei și Javanbakht identifică o serie de posibilități superioare de integrare a unor principii de proiectare bioclimatică (Tab. 9).

¹⁵⁷ *Heating, Ventilation and Air Conditioning* (Încălzire, Ventilație și Aer Condiționat).

¹⁵⁸ Givoni, B., (1969), p.282.

¹⁵⁹ Givoni, B. (1998), p.36.

¹⁶⁰ *Dry Bulb Temperature*.

¹⁶¹ *Wet Bulb Temperature*.

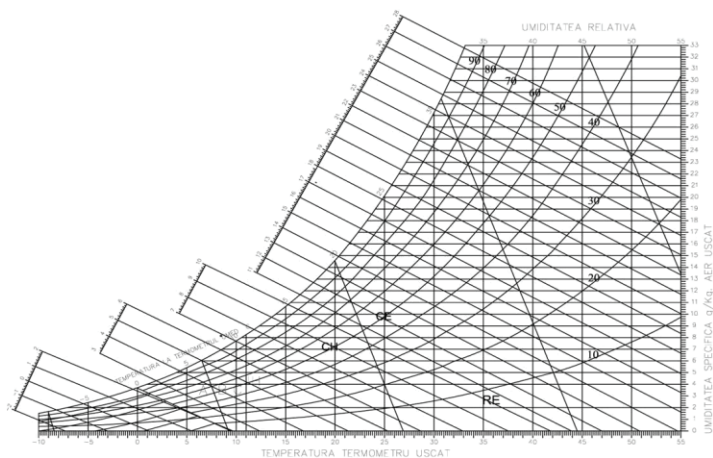


Fig. 20 - Diagrama bioclimatică / psihrometrică (după Baruch Givoni)

Date de intrare		Zona de confort (B)	Modalități de proiectare (C)
1	Temperatura aerului	Zona de confort (statică)	Utilizarea radiației solare
2	Umiditatea relativă		Mișcarea curenților de aer
3			Răcire prin evaporare
4			Sisteme de încălzire
5			Aer condiționat
6			Sisteme de umbrire
7			Masa termică
8			Dezumidificare
Suma	2	1	8

Tab. 9 - Modelul propus de Givoni¹⁶²

¹⁶² Saberi, O., Saneei, P., Javanbakht, A., (f.a.), p.8.

e.3) Diagrama bioclimatică (psihrometrică) propusă de ASHRAE

În mare parte este asemănătoare diagramei lui Baruch Givoni însă, spre deosebire de aceasta, valorile și limitele introduse în delimitarea zonelor de confort standard și a celor propuse prin proiect, sunt adaptate sistemelor mecanice și instalațiilor de climatizare sau HVAC. După cum s-a specificat anterior, valorile de proiect adoptate în cazul unei clădiri ce se dorește a fi pasivă sau cu conținut redus de energie sunt diferite. Ghidul ASHRAE constituie astfel o bogată sursă de prezentare și explicitare a acestui tip de reprezentare grafică, fiind folosit și adoptat la nivel global de specialiștii din domeniu. De asemenea, standardele europene fac adeseori referințe la codul de proiectare ASHRAE, fiind preluat fie ca element comparativ fie ca suport pentru noi studii și aplicații.

f) Zona climatică în proiectarea bioclimatică

Proiectarea bioclimatică reprezintă astăzi un tip specific de abordare a proiectului contemporan, în sfera concepției holistice a arhitecturii eco-compatibile. Pentru o astfel de chestiune, metodologia de proiectare prin experiment reprezintă o modalitate actuală. Dacă nivelul științific a atins în zilele noastre cote de dezvoltare nemaîntâlnite, experiența trecutului nu trebuie să fie dată uitării. Arhitectura vernaculară, manifestată ca un mod intuitiv de adaptare la totalitatea condițiilor care îl influențează pe utilizatorul spațiului, dar în același timp pe cel care îl concepe și realizează, rămâne un fundament esențial al cunoașterii științei de a proiecta. Discursul actual cu privire la economia de resurse energetice convenționale face parte componentă din proiectul de arhitectură. Pentru o abordare eco-compatibilă, în conceperea actuală a clădirilor precum și în evaluarea impactului acestora din punct de vedere al sustenabilității, subiectul economiei de energie constituie un punct extrem de important. În acest sens, adoptarea sistemelor energetice pasive de asigurare a confortului microclimatic în spațiile construite, atrage după sine economii energetice considerabile. Dovedite ca strategii valabile prin prisma experienței empirice de-a lungul timpului, principiile bioclimatice utilizează reguli elementare ale fizicii, fapt pentru care sunt în măsură să constituie linii conceptuale directe în cadrul proiectului de arhitectură.

Desigur, proiectarea contemporană atinge aspecte de o complexitate mult superioară subiectului atins, iar preluarea ca atare a acestor modele de construcție s-ar dovedi inefficientă, întrucât sistemul de relații, activitățile umane și spațiul în care acestea se desfășoară fac obiectul coroborării unor domenii științifice diverse. Însă înțelegerea principiilor de

adaptare la condițiile unui loc reprezintă o regulă a cunoașterii domeniului arhitecturii și un exemplu de implicare interdisciplinară, esențială între arhitect și climatolog. Adaptarea la climă și utilizarea resurselor naturale locale confirmă eco-compatibilitatea unei intervenții de arhitectură.

Zona temperată în care se încadrează și teritoriul României, deține câteva caracteristici climatice particulare¹⁶³ care, în raport cu modul de a concepe spațiile, pot constitui linii directe ale proiectului de arhitectură:

- intensitate diferențiată a radiației solare, de-a lungul zilei sau a anului;
- diferențe termice anuale ridicate;
- diferențe de temperatură zi-noapte;
- umiditate relativă între medie și ridicată (60-80%);
- nivel mediu de precipitații (800-1000mm/an pentru Europa centrală).

În relație cu aceste particularități climatice se poate identifica o serie de principii de proiectare bioclimatică, care vor fi ulterior dezbătute, în capitolele următoare:

- izolare termică de-a lungul perioadei invernale;
- protecție termică de-a lungul perioadei estive;
- utilizarea principiului de inerție termică a materialelor (masa termică);
- protejarea de precipitații în zone particulare¹⁶⁴;
- ventilație naturală;
- protejarea de vânturile dominante.

Ca exemplificare, în Fig. 21A-21L este reprezentată diagrama bioclimatică configurată după modelul lui Baruch Givoni, adaptată valorilor climatice medii, corespunzătoare Municipiului București, de-a lungul celor douăsprezece luni ale anului. În fiecare dintre acestea este identificată zona de confort echivalentă unei activități sedentare, într-un spațiu interior. Se remarcă marile diferențe de condiții microclimatice pe care o configurație arhitecturală trebuie să le acopere pe parcursul unui an calendaristic. Cazul particular luat în considerare, precum și orice situație similară de pe teritoriul României, confirmă faptul că asigurarea confortului nu poate fi îndeplinită fără a acționa prin diverse modalități de control higrotermic.

¹⁶³ Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 52.

¹⁶⁴ *Ibidem*.

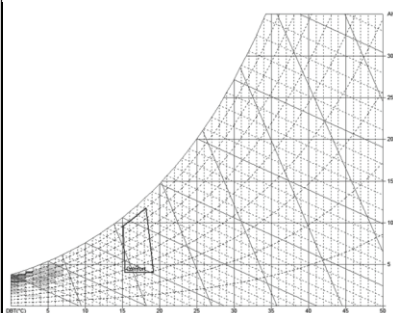


Fig. 21A
Diagrama psihrometrică,
București – ianuarie

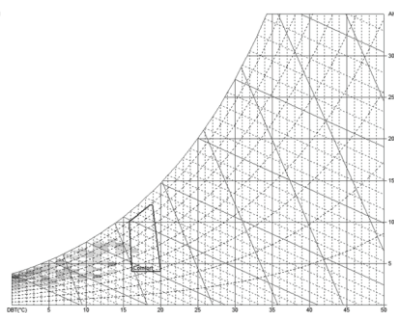


Fig. 21B
Diagrama psihrometrică,
București – februarie

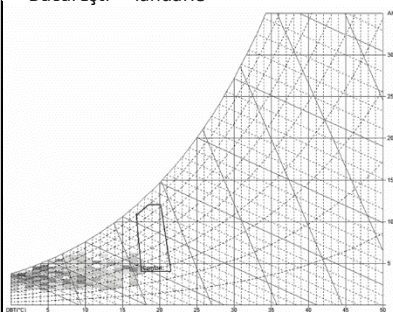


Fig. 21C
Diagrama psihrometrică,
București – martie

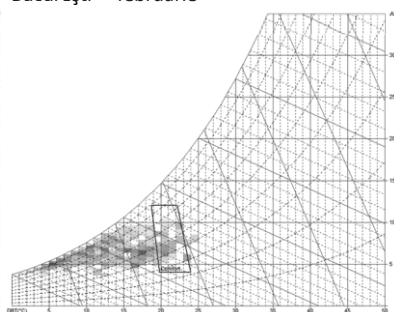


Fig. 21D
Diagrama psihrometrică,
București – aprilie

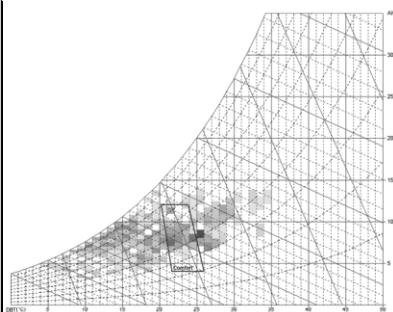


Fig. 21E
Diagrama psihrometrică,
București – mai

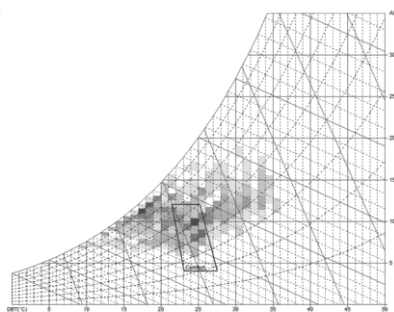


Fig. 21F
Diagrama psihrometrică,
București – iunie

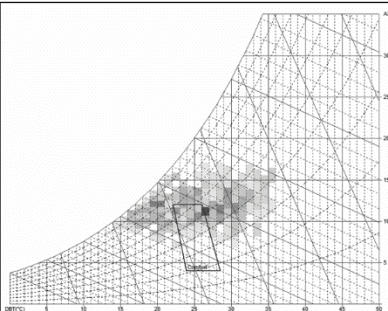


Fig. 21G
Diagrama psihrometrică,
București – iulie

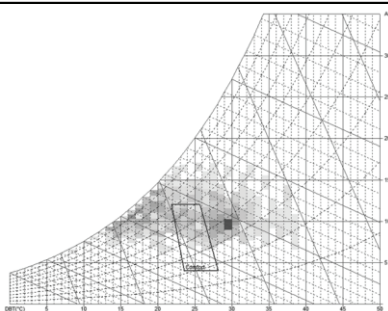


Fig. 21H
Diagrama psihrometrică,
București – august

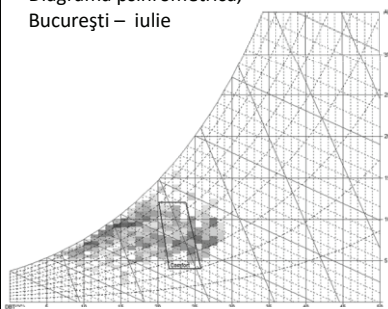


Fig. 21I
Diagrama psihrometrică,
București – septembrie

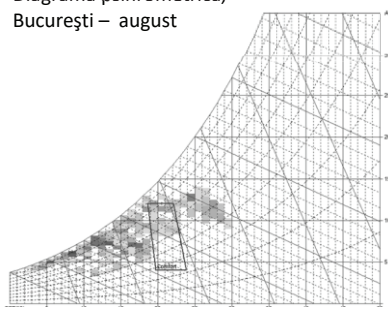


Fig. 21J
Diagrama psihrometrică,
București – octombrie

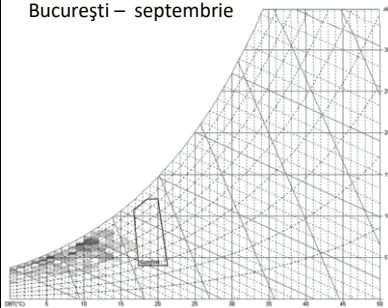


Fig. 21K
Diagrama psihrometrică,
București – noiembrie

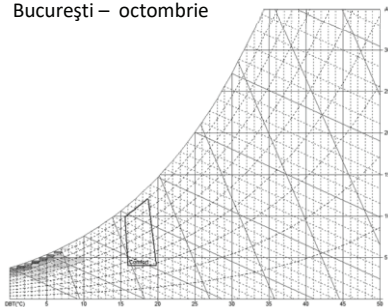


Fig. 21L
Diagrama psihrometrică,
București – decembrie

Fig. 17A-17L – Reprezentarea diagramelor higrometrice adaptate la condițiile climatice ale municipiului București;

Notă: Diagramele psihrometrice au fost realizate folosind programul Autodesk Ecotect – Weather Tool, variantă gratuită oferită de platforma Autodesk. Datele climatice utilizate sunt preluate de la EnergyPlus Energy Simulation Software (http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm).

Precum s-a putut remarca pe parcursul prezentului studiu s-a încercat în permanență reliefa trăsăturilor acelor elemente care stau la baza analizelor psihometrice și transpunerea grafică a acestora prin intermediul diagramelor bioclimatice. Ținând cont de teza principală a cercetării, aceea a proiectării bioclimatice adaptate climei din România, expunerea celor trei tipuri din cele mai cunoscute astfel de diagrame a încercat în permanență să se raporteze la o abordare care se supune regulilor de eco-compatibilitate a intervențiilor arhitecturale. În mod particular interesul se îndreaptă spre utilizarea acelor principii pasive de proiectare care pot influența confortul microclimatic adaptat climei teritoriului țării noastre. Totuși, dată fiind complexitatea pe care proiectarea sustenabilă a dobândit-o în ultimii ani, fundamentată fiind de standarde de proiectare internaționale, utilizarea exclusivă a mijloacelor pasive se dovedește a fi insuficientă pentru toate tipurile de construcții.

Citirea datelor cuprinse în diagramele bioclimatice și interpretarea acestora, precum și difuzarea anumitor rezultate la nivel național și transpunerea lor în principii de proiectare, pot constitui câteva stereotipuri care ar putea fi preluate ulterior în proiectarea curentă. Acest aspect rezultă și din diferențele relativ mici între diverse zone climatice ale țării.

Se poate observa faptul că instrumentul de proiectare este definitoriu pentru o anumită direcție de abordare, integrată într-un sistem rațional de proiectare, bazat pe mijloace științifice, în scopul evidențierii a câtorva dintre cele mai importante elemente care definesc în mod prioritar confortul higrotermic al individului. În studiul de față s-a intenționat nu doar reliefa aspectelor principale ale acestui tip de proces, ci și consecințele care pot influența configurarea unui spațiu arhitectural.

Astfel, orientarea spațiilor în funcție de însorire, mișcarea predominantă a curenților de aer sau gradul de precipitații sunt mijloace de exprimare la nivel configurativ spațial. Diagramele bioclimatice precum și alte strategii de proiectare ating o nuanță diversă care, pe fundalul unei corecte dispuneri spațiale în raport cu activitățile specifice, apropie omul de spațiul creat antropic.

Modul de preluare a instrumentelor prezentate în studiul de față precum și adaptarea acestora la soluția de proiectare aleasă de către specialist, rămâne o alegere de proiectare, o atitudine cu privire la modul de raportare față de amplasament, din punct de vedere al folosirii raționale a energiilor locului. S-a putut observa că fiecare dintre metodele grafice prezentate poate fi adaptată pe rând proiectării: spațiilor exterioare neinfluențate de structuri antropice închise, spațiilor închise prevăzute cu

sisteme pasive de control higrotermic respectiv cu instalații centralizate de condiționare mecanizată a microclimei interioare.

4.2 Analize ambientale și bioclimatice ale amplasamentului

Seria analizelor necesare determinării conceptului de configurare arhitecturală aferent meta-proiectului, se completează cu o gamă de studii marcate de caracteristici de factură fizică, ce acoperă două mari teme generale: protecția mediului înconjurător ambiental respectiv cultural pe de o parte, precum și factorii bioclimatici, raportați la parametrii climatici și geografici, pe de altă parte. Acestea se vor prezenta în continuare, în maniera în care pot afecta demersurile arhitectului de implicare în cadrul procesului de proiectare.

Andrea Giachetta și Adriano Magliocco citează câțiva factori care influențează tipurile de analiză ce urmează a fi efectuate în cazul unei intervenții sustenabile, menționând faptul că acestea depind de scara intervențiilor și de gradul de importanță a investiției la nivel teritorial¹⁶⁵:

- tipul proiectului: scara de intervenție (urbană, de obiect), dimensiuni, destinație;
- antreprenor: public sau privat, resurse economice disponibile;
- context: particularitățile ambientale ale acestuia și limite;
- nivelul de aprofundare: studiu de fezabilitate, nivel de detaliere al proiectului;

În mod evident, toate analizele sunt sursă a soluțiilor ulterioare de proiect, fapt pentru care, odată prestabilit obiectivul final ca nivel de performanță, se evaluează și gradul de aprofundare a sesiunilor de analiză. Dacă pentru o intervenție de mică amploare nu sunt necesare studii de impact ambiental, respectarea regulamentelor locale de urbanism este suficientă în ceea ce privește influența acestuia la nivel teritorial. În schimb, în toate cazurile se găsesc necesare analizele de factură bioclimatică, în grad să definească la nivelul obiectului de arhitectură singular sau de ansamblu, acele considerente arhitecturale care garantează corecta dispoziție a funcțiunilor, modul de abordare a strategiilor de funcționare energetică în raport cu tipul de configurație arhitecturală, tehnologiile bioclimatice și instalațiile alese.

¹⁶⁵ Giachetta, A.; Magliocco, A. (2007), p. 104.

În vederea unei ilustrări cât mai eficiente a demersului de cercetare din cadrul tezei, fiecărui capitol/subcapitol îi vor fi asociați un simbol, tabelele ce gestionează procedura de lucru și concluziile fazei de analiză/cercetare. Semnul grafic are rolul de ilustrare a tipului de analiză ce urmează a fi pusă în discuție, generând astfel și o facilitare vizuală a metodologiei. Tabelele citate sunt întocmite și atașate ca anexe, la finalul cercetării, astfel organizate încât să poată constitui instrumentul de lucru al meta-proiectului, în acord cu obiectivele stabilite inițiale.

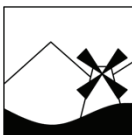
4.2.1 Analizele ambiental-culturale

O primă etapă în cadrul unei intervenții eco-compatibile este aceea a unei analize de ansamblu, care cuprinde scara teritorială a unei intervenții, astfel încât rezultatul să fie de la bun început o inserție sustenabilă în raport cu teritoriul, caracteristicile ambientale, sociale, economice și culturale ale acestuia. Acestea pot intra și în sfera de preocupare a bio-arhitecturii. Instrumentele de analiză și evaluare ce urmează a fi prezentate, nu reprezintă demersuri corelate cu conceptele unei abordări bioclimatice în arhitectură, ci sunt menite să ilustreze condițiile de calitate ambientală a unui amplasament. Ulterioarele soluții arhitecturale/tehnologice nu pot răspunde în mod direct acestora, dată fiind dimensiunea scării de influență, dar pot în schimb să „onoreze”¹⁶⁶ realitatea unui amplasament prin respectarea unor norme sau regulamente teritoriale sau locale, de natură ecologică sau urbanistică. Tehnologia actuală permite coroborarea diverselor tipuri de studii teritoriale sau locale, prin intermediul instrumentelor de tip GIS. Deoarece acestea nu constituie obiective principale în sensul tezei de față, prezentarea lor va fi succintă, dorindu-se mai mult descrierea rolului lor și implicațiile specifice asupra soluțiilor arhitecturale generate prin prisma principiilor proiectării bioclimatice.

În continuare, se vor prezenta succesiv tipurile principale de analize ambiental-culturale ce pot contribui la realizarea unor intervenții sustenabile.

¹⁶⁶ În acest context, în înțelesul de respectare a unor regulamente sau de răspuns critic pozitiv în favoarea aspectelor de calitate ambientală.

a) Patrimoniul/peisajul cultural



Așa cum s-a arătat și anterior, marea provocare a conceptului de dezvoltare durabilă este fuziunea sinergică între cele trei mari tipuri de medii: social, ambiental și economic. În contextul tematicii dezbătute în cercetarea de față, în spiritul unei proiectări care gravitează în jurul noțiunii de regionalism. Punând în discuție cele amintite, în relație cu caracterul specific al unui anumit amplasament, se descoperă o temă care inițial nu a făcut parte din triada ideii de sustenabilitate. Mediul cultural se dovedește a avea un impact deosebit de important în scopul preservării valorilor caracteristice locului. Conceptul contextualismului în arhitectură s-a dezvoltat întocmai în acest spirit, ca reacție la o realitate estetică predominant caracteristică unui curent de dezvoltare tehnologică, cu reminiscențe de tip industrializat. Din păcate, cu precădere în România, gradul de importanță cu care valorile culturale ale unei comunități sunt impregnate în conștiința locuitorilor săi, se dovedește a fi de multe ori limitată. Totuși, în ultimul timp societatea civilă a devenit mult mai activă în sensul sensibilizării organelor politice și a populației spre constituirea unui spirit de apreciere și valorizare a mediului cultural. Din perspectiva intervențiilor arhitecturale, impactul estetic pe care orice nou obiect îl imprimă într-un anumit context peisajer are capacitatea de a contribui sau nu la păstrarea caracterului său. Modalitățile de evaluare ale acestei variabile, mai mult de natură estetică, sunt subiective, fapt pentru care o analiză prealabilă a nivelului valorii culturale este o etapă extrem de importantă în astfel de spații, încărcate cu însemnătate.

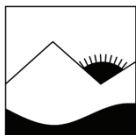
Privind din perspectiva tezei, chestiunea peisajului/patrimoniului cultural este dihotomică în raport cu cea ambientală, întrucât în cazul de față, prima dintre cele două deține un caracter cu valoare artistică, deci de sorginte estetică, iar cealaltă cu fundamentare fizico-chimică¹⁶⁷. Totuși, după cum ne ilustrează Mario Grosso, o abordare contemporană aflată în sfera principiilor sustenabilității nu generează priorități într-o anumită

¹⁶⁷ Grosso, M., „Levoluzione della dialettica ambiente/paesaggio e il ruolo della tecnologia dell’architettura”, în Ginelli, E., Ed. (2008), p. 51.

direcție, ci se conturează în jurul unui discurs mai degrabă structuralist¹⁶⁸, susținând cauza valorizării ambientului uman în tot ansamblul său.

Analizele peisajer/patrimonial-culturale intră în sfera de preocupare ale diverselor profesii care au ca obiect de activitate laturile antropologiei, esteticii, arhitecturii etc.. Avem de-a face cu teritorii naturale de mare valoare ambientală (parcuri, rezervații naturale etc.), obiecte singulare sau ansambluri arhitecturale, spații din cadrul zonelor urbane sau rurale, construcții de infrastructură sau industriale de mare valoare peisajeră sau de patrimoniu. Din această perspectivă, în cadrul proiectului, arhitectul are sarcina de a gestiona, evalua și valoriza contextele cu particularități deosebite, introducând noului obiectiv arhitectural un caracter sustenabil în deplinătatea sa.

b) Ecosistemele



Dacă la punctul anterior s-a subliniat importanța unui contra-argument de tip holistic a chestiunilor de natură cultural-ambientală, păstrând consecvența corectitudinii acestei linii de gândire, este oportună luarea în considerare a întregului sistem de relații ale vieții pe pământ, ca aspect calitativ în evaluarea unei intervenții antropice. Astfel, din perspectiva conservării echilibrului ecologic la nivelul biosferei, orice intervenție umană este responsabilă de efectele sale asupra ecosistemelor. În introducerea scrierii sale „*Tecnologia e Natura*”, Fabrizio Tucci notează importanța „proiectului ecosistemic”, privit ca instrument ce respectă „ritmurile și dinamica mediului natural și a organismelor biologice”¹⁶⁹. Spectrul pe care o astfel de cercetare îl acoperă poate prezenta diverse scări de întindere, pornind de la teritorii largi până la interferența acestora la scară urbană. Numeroase exemple de intervenții urbane susțin chiar posibilitatea ca, în mod dorit, se introduc în cadrul orașelor sisteme naturale proiectate. Astfel de situații se pot concretiza prin extinderi de parcuri și zone plantate în părți libere sau destructurate ale orașului ori de-a lungul

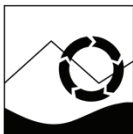
¹⁶⁸ *Idem*, p. 52. Este citat structuralismul din perspectiva lui Luigi Pareyson, filosof italian.

¹⁶⁹ Tucci, F., (2008), p. 12, trad. noastră, „*l'attore che riconosce i ritmi e le dinamiche dell'ambiente naturale e degli organismi biologici*”.

unei ape curgătoare. Această chestiune este dezvoltată în mod particular de către Ken Yeang în lucrarea „*Eco Master Planning*”.

Instrumentele care coordonează acest tip de studii sunt documente cu caracter legislativ sau normativ, însoțite de materiale grafice (hărți) care ilustrează diversele paliere de analiză a ecosistemelor: coridoare ecologice, faună, floră, sisteme de ape naturale etc..

c) Ciclul de viață al resurselor naturale¹⁷⁰



Alegerea resurselor naturale pentru a fi componente ale unei intervenții antropice, reprezintă o atitudine semnificativă, subiectul unor măsuri responsabile privind potențialul impact la nivel ambiental, economic sau social. Problematika introdusă prin conceptul dezvoltării durabile dezbate modul în care ciclurile materialelor pot fi gestionate în scopul de a menține echilibrul resurselor de pe globul terestru. De aceea, una dintre condițiile esențiale ale sustenabilității în domeniul construcțiilor este o gestionare „inteligentă” a întregului ciclu de viață a materialelor utilizate. Pe acest fundal de gândire a fost introdus conceptul „Life cycle thinking”, ce consideră controlul echilibrului energetic pe întreaga durată de viață a materialelor, pe cât posibil urmărind principiul „from cradle to cradle”. După cum este și denumită, expresia ultim amintită presupune adoptarea unui sistem de gestiune care urmărește ca linie determinantă posibilitatea reintegrării materialului în procesul de utilizare și a combustibililor în procesul de exploatare. Procedeu „Life Cycle Assessment” (LCA) a fost în ultimii ani un subiect de cercetare aflat în creștere progresivă.

În domeniul construcțiilor, o gestionare sistemică a ciclurilor de viață a resurselor implică o cunoaștere temeinică a proceselor și duratelor de viață a acestora. Este preferabil ca această condiție să se verifice nu numai în stadiul de producere a materialelor de construcție necesare edificării, ci mai mult, pe o durată de timp îndelungată, ce cuprinde, pe lângă proiectarea și realizarea efectivă a edificiului pe șantier, faza de utilizare a construcțiilor, dar și etapele succesive ce deserveșc gestiunea materialelor după ce acestea și-au pierdut rolul sau calitățile deținute la momentul punerii în operă. Totuși, pentru o corectă funcționare a unui astfel de sistem,

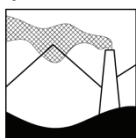
¹⁷⁰ Parte a textului a fost adaptat după Armenciu, D., (2010**), pp. 44-47.

realizări punctuale nu se dovedesc suficiente pentru a fi în acord cu principiile globale ale dezvoltării durabile. De aceea sunt necesare politici care favorizează crearea infrastructurii necesare și a sistemului de gestionare pentru facilitarea proceselor, în primul rând la nivel de organizare teritorială.

În practică se evidențiază câteva principii proprii edificării, care susțin abordarea sustenabilă a edificării prin gestionarea ciclurilor de viață: reciclarea (re-prelucrarea pentru scopul original sau pentru alte scopuri, în vederea refolosirii), recuperarea (proces de sortare în scopul folosirii unui material sau a unei energii care în mod obișnuit se pierde), reutilizarea (refolosirea unui produs pentru același scop pentru care a fost conceput), conversia (readaptarea unui spațiu sau ansamblu în alt scop pentru cel pentru care a fost creat).

Evaluarea impactului ambiental se realizează normativ, după standardul ISO 14042, fiind structurat pe șase faze: definirea categoriilor de impact, clasificarea acestora, caracterizarea emisiilor și a resurselor în cadrul categoriilor de impact ambiental, evaluarea daunelor la nivel ambiental, „normalizarea” datelor după categoriile de impact, evaluarea finală¹⁷¹. Se observă faptul că prin acest instrument se analizează studiile de impact ale oricărei intervenții umane, intenționând păstrarea continuă a echilibrului resurselor în natură, urmând o procedură flexibil adaptată la scară teritorială. Astfel, ultimele două faze implică adaptarea datelor la tipul de influență: locală, națională, continentală sau mondială.

d) Poluarea



O temă deosebit de importantă în ceea ce privește protecția mediului înconjurător, poluarea face parte din gama efectelor negative produse de umanitate prin însăși gestionarea acțiunilor sale. Prin scara majoră de influență la care pot ajunge efectele poluante, se cuvine o atenție particulară din partea proiectanților, pentru orice tip de intervenție. Astfel, se poate evita extinderea rezultatelor dăunătoare provocate asupra confortului omului.

¹⁷¹ Monticelli, C.; Neri, P., „I metodi di valutazione dell’impatto ambientale” în Neri, P., Ed., (2008), p. 49.

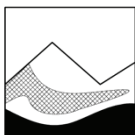
În contextul unor decizii internaționale luate prin forumul *summit*-urilor internaționale, s-a stabilit o serie de decizii menite a se aplica la nivelul semnatarilor. Cu siguranță, cel mai important subiect abordat în aceste ocazii este poluarea atmosferică, responsabilă pentru reducerea gazelor cu efect de seră din stratul de ozon, produse prin arderile resurselor de combustibil fosil. Este unanim cunoscut faptul că, cel puțin la nivel european, 30% din consumul energetic total este atribuit domeniul construcțiilor, implicând atât producere cât și exploatare. În paralel cu acestea, se iau în considerare și alți factori climatici precum regimul vânturilor, radiația solară sau regimul precipitațiilor, pentru a determina efectul pe care îl pot avea asupra diverselor surse poluante ce poartă riscul de răspândire a particulelor dăunătoare asupra spațiilor locuite. Din această perspectivă, actul proiectării este un gest extrem de important în vederea ameliorării acestor efecte dar și stimulare a diminuării lor.

Alte surse de poluare care afectează confortul omului pot prezenta diferite naturi, fiind provocate prin acțiuni ale omului sau din surse naturale, precum: poluarea electromagnetică produsă de antene de transmisie/recepție, diversele unde magnetice sau liniile de înaltă tensiune; poluarea acustică cauzată în general prin asocierea unor funcțiuni incompatibile; prezența gazelor Radon etc.¹⁷².

Sursele de poluare sunt parte a documentațiilor instituțiilor abilitate și obiectul rezultatelor planurilor de planificare teritorială sau urbanistică. Orice dezvoltare extinsă cel puțin la scară urbană ar trebui să fie centralizate sub tutela agențiilor de mediu, putând fi analizate cu ocazia oricărei investiții cu impact. Pentru scări de influență reduse, proiectul va fi supus unui studiu de impact acustic, realizat prin intermediul diverselor aparate de măsurare a zgomotelor, soluțiile proiectului trebuind ulterior adaptate în acord cu nivelurile de zgomot admise prin regulamentele specifice. Evident, cerințele normative ale acestora în privința realizării noilor obiective de investiție, impun adesea restricții clare în vederea asocierii de destinații de folosire admise. Se pot realiza de asemenea materiale grafice (hărți de impact acustic), în măsură să faciliteze procesul general al intervențiilor.

¹⁷² Giachetta, A.; Magliocco, A. (2007), pp. 114-122.

e) Deșeurile



Pe lângă calitățile sale de întemeietor sau valorificator al locului prin simbol, omul a fost dintotdeauna însoțit și de un comportament deviant în raport cu menținerea mediului său de trai la un nivel igienic corespunzător. De cele mai multe ori aglomerațiile așezărilor umane au fost sursă al unui mixaj de comportament individual sau social care, în funcție de cultura locului, a acordat o importanță diferită imaginii și salubrității spațiului public, în raport cu cel privat. Difuzia impactului major a deșeurilor asupra mediului este în zilele noastre un subiect la îndemâna oricui, însă adoptarea unei culturi de gestiune a acestora este greu de realizat în anumite regiuni. Politicile contemporane au adoptat programe ample de educare și implementare a soluțiilor de colectare diferențiată a deșeurilor menajere sau industriale însă rezultatele nu sunt întotdeauna cele scontate. Adesea, investiții de mare amploare sunt mai degrabă acceptate pentru rezultatele economice așteptate, în detrimentul protecției mediului și implicit a omului¹⁷³. Subiectul poate fi corelat în anumite condiții cu analizele ciclurilor de viață a produselor, efectul dăunător al deșeurilor putând fi semnificativ redus printr-o gestiune eficientă a fazelor de post-utilizare a acestora.

Instrumentele de control a gestiunii deșeurilor la nivel de intervenție arhitecturală se evidențiază în toate fazele de existență a construcțiilor. Acestea se pot materializa prin diverse obiecte cu caracter normativ și planuri de gestiune a deșeurilor, prin care se extrag aspecte ce țin de strategii de gestiune, reducere a volumului de resturi, reciclare etc.¹⁷⁴.

4.2.2 Analizele bioclimatice

„Analizele bioclimatice” au scopul de a ilustra potențialul de îmbunătățire sau menținere a condițiilor de confort higrotermic, comportamentul dinamic al energiilor și fenomenelor fizice prezente într-un anumit spațiu, fie exterior (natural, rural, urban), fie interior (component

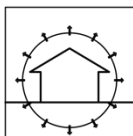
¹⁷³ În cazul României este binecunoscut cazul intenției de exploatare a minereului de aur de la Roșia Montană prin utilizarea cianurilor, extrem de poluante pentru mediu în condițiile lipsei de control a depozitelor acestora.

¹⁷⁴ Giachetta, A.; Magliocco, A. (2007), pp. 123-125.

al unei clădiri), în scopul de a favoriza echilibrul din mediul înconjurător prin protejarea resurselor naturale, confortul locuirii, comportamentul termofizic al clădirii și economia de energie.

Orice discurs arhitectural ce atinge subiectul proiectării bioclimatice pornește de la acei parametri care, într-o manieră științific fundamentată, reprezintă elemente ce au influențat arhitectura vernaculară încă de la primele adăposturi umane. Acest lucru este dovedit și prin sintagma *Design with climate* (Proiectând cu clima), adesea regăsită în literatura internațională de specialitate, care reiterează aceeași idee. Demersul de cunoaștere a caracteristicilor fizice ale climei și modul în care acestea influențează activitatea omului și contextul geografic, face parte din preocuparea ramurilor specializate de climatologie, bioclimatologie, meteorologie sau de geografie. De aceea se consideră necesară prezentarea unor caracteristici generale ale climatologiei, în vederea extragerii acelor elemente care vor constitui ulterior obiectul analizelor care pot determina configurarea arhitecturală la nivelul meta-proiectului.

4.2.2.1 Clima



a) Definiere și rol în proiectarea bioclimatică

Prin definiție, clima reprezintă „starea medie a parametrilor atmosferei terestre: temperatura, presiunea atmosferică, vânt, precipitații, nebulozitate etc., caracteristică pentru o perioadă lungă de timp (minimum 30 de ani) pentru o locație sau o regiune geografică dată”¹⁷⁵.

Clasificarea climatică la nivelul Globului Pământesc a fost subiectul diverselor studii ale diverșilor specialiști în domeniu, ce au dorit urmărirea unei organizări teritoriale ale zonelor care întâlnesc caracteristici asemănătoare în ceea ce privește modul de influență asupra biosferei. Începând cu anul 1900, Wladimir Köppen a fost unul dintre cei care a contribuit semnificativ la clasificarea tipurilor de climă la nivel planetar, reușind să realizeze o hartă climatică a lumii. Cu îmbunătățirile aduse ulterior, cercetătorul a contribuit la nașterea științei care astăzi reprezintă

¹⁷⁵ <http://www.meteoromania.ro/index.php?id=107>.

un instrument esențial pentru proiectare, atât la nivel urban cât și la cel de obiect individual de arhitectură. Într-o manieră mai detaliată, Sterie Ciulache propune în 1982 o altă clasificare, fiind rezultatul coroborării mai multor variante existente la acea dată¹⁷⁶.

Clima este factorul care conferă locului un anumit tip de morfologie, în funcție de diversele elemente implicate și scara la care acestea se manifestă. Cunoaștem astfel un tip de clasificare raportată la dimensiunea spațiului: macroclima, mezoclima, topoclima, și microclima. În mod particular, în cazul studiilor bioclimatice sunt luate în considerare condițiile mezoclimiei¹⁷⁷, având ca preocupare particulară studiul microclimatului, respectiv al microclimatului punctual¹⁷⁸. După Benedetti¹⁷⁹ și Grosso¹⁸⁰, microclima și clima locală (topoclima) sunt sistemele de raportare directă corelate cu procesul de proiectare bioclimatică. În același context, este importantă înțelegerea faptului că energia de la nivelul biosferei este sursa esențială a vieții pe pământ, soarele fiind factorul principal al variației tuturor factorilor climatici¹⁸¹.

b) Parametrii climatici

Parametrii climatici reprezintă criterii convenționale care prelucrează datele meteorologice¹⁸². Se dorește prezentarea celor mai importanți dintre aceștia, deoarece aceștia constituie instrumente de analiză/calcul pentru aplicații în domeniul calculelor necesare în domeniul construcțiilor.

„Ziua medie lunară” reprezintă o zi ipotetică, în care datele meteorologice (temperatură, umiditate, viteza și frecvența vânturilor, umiditate) sunt considerate ca medie a valorilor lor pe perioada unei luni

¹⁷⁶ Povară, R., (2004), p.181.

¹⁷⁷ Climă a unei regiuni cuprinsă în interiorul unei zone macroclimatice, cu particularități impuse de condițiile geologice locale; climat local (DEX); La nivelul mezoclimiei se produc fenomenele meteorologice;

¹⁷⁸ Parcevaux. de S., p. 4; (Prin microclimat se înțelege o climă specifică unui teritoriu limitat: localitate, pădure, vale, platou etc.; vorbind despre microclimatul punctual, ne referim la spațiul din jurul unui edificiu, o curte etc.);

¹⁷⁹ Benedetti, C., (1994), p.7;

¹⁸⁰ Grosso, M., (2005), pp. 8-9;

¹⁸¹ Parcevaux. de S., (2007), p. 4;

¹⁸² Benedetti, C., (2003), p. 21.

calendaristice¹⁸³. În acest sens este definită în mod specific „temperatura exterioară medie zilnică”.

„Anul tip” este redat de media valorilor climatice pe o perioadă de timp estimată la circa 15-20 de ani, fiind luate în considerare datele climatice de bază, enunțate și mai sus¹⁸⁴.

„Numărul de grade-zile” reprezintă „o caracteristică a corelației climă-microclimă pentru construcții, funcție de specificul lor și de zona climatică și geografică în care sunt amplasate”¹⁸⁵. Se exprimă pentru perioade lunare sau anuale, fiind suma diferențelor dintre temperatura exterioară medie a zilei și temperaturile optime ale spațiilor interioare proiectate¹⁸⁶. Este un parametru bazat pe date meteorologice, utilizat în modelele statice a calculelor termotehnice, în vederea determinării necesarului de căldură a clădirilor.

c) Clima României

În viziunea lui S. Ciulache, teritoriul României se încadrează Zonei climatelor temperate (II), în sub-zona 13 căreia îi corespunde climatul temperat de tranziție (vezi Fig. 22)¹⁸⁷. Alte surse, precum Administrația Națională de Meteorologie o încadrează în cadrul climatului temperat continental¹⁸⁸. Totuși, datorită poziționării geografice și a sferelor mari de influență, cele mai multe surse indică o denominare intermediară, atribuindu-i-se zonarea în cadrul climatului temperat continental de tranziție. Studiul de față nu intenționează descrierea caracteristicilor acestei categorii, cu referire directă la teritoriul țării noastre, întrucât toate subcapitolele destinate analizelor ce urmează a fi dezbătute, vor integra particularitățile necesare.

În Figura 23 sunt ilustrate zonele climatice de pe teritoriul României, stabilite în funcție de temperaturile minime de calcul pe perioada anotimpului rece. Se identifică valorile acestora în raport cu cele 4 zone aferente. După cum este lesne de observat, această zonificare este strâns corelată cu formele de relief, parametru geografic determinant pentru evaluarea datelor climatice.

¹⁸³ Benedetti, C., (1994), p. 11.

¹⁸⁴ *Idem*, p. 10.

¹⁸⁵ IRS Standard Român, (1997), p. 1.

¹⁸⁶ Benedetti, C., (1994), p. 8.

¹⁸⁷ Povară, R., (2004), p.181.

¹⁸⁸ <http://www.meteoromania.ro/index.php?id=335>

Din punct de vedere geografic și în strânsă legătură cu configurația formelor de relief, pe teritoriul țării se deosebesc diverse tipuri de etaje climate precum: alpin, montan, depresionar, de dealuri înalte și joase, de câmpie moderat și accentuat, de deltă și litoral. Într-o măsură considerabilă, cu efect la nivel regional, în anumite zone se remarcă și intervenția altor tipuri de climate care redau teritoriilor influențe de tip: oceanic, sub-mediteranean, de tranziție, arid, pontic sau scandinavo-baltic.

Tipurile de analize ce vor fi puse în discuție vor atinge aspectele esențiale ale ramurii de studiu ale bioclimatologiei, înțeleasă în termeni de proiectare de arhitectură ca raportul dintre factorii climatici și mediul antropic. În acest scop, se vor atinge succesiv, pe baza structurii propuse la subcapitolul 3.4., tematicile specifice ale acestui tip de abordare: temperatura aerului, umiditatea, curenții de aer, radiația solară, nebulozitatea, albedoul și tipul solului, precipitațiile și morfologia terenului.

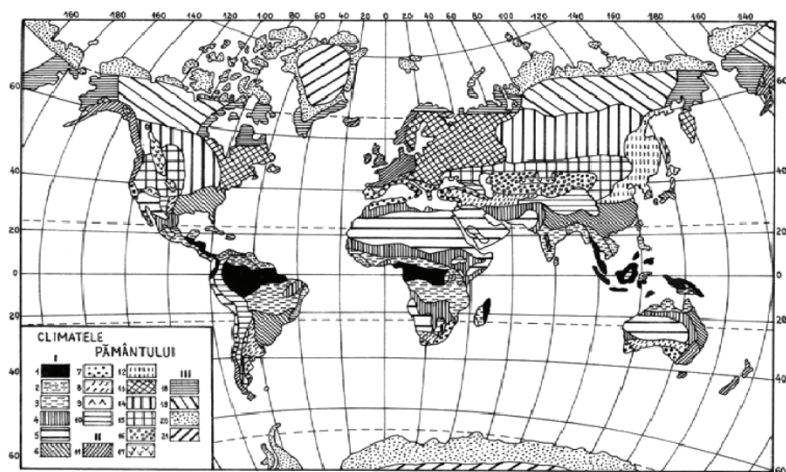


Fig. 22 – Zonarea climatelor Pământului propusă de Sterie Ciulache
[Povară, R., (2004), p.181]

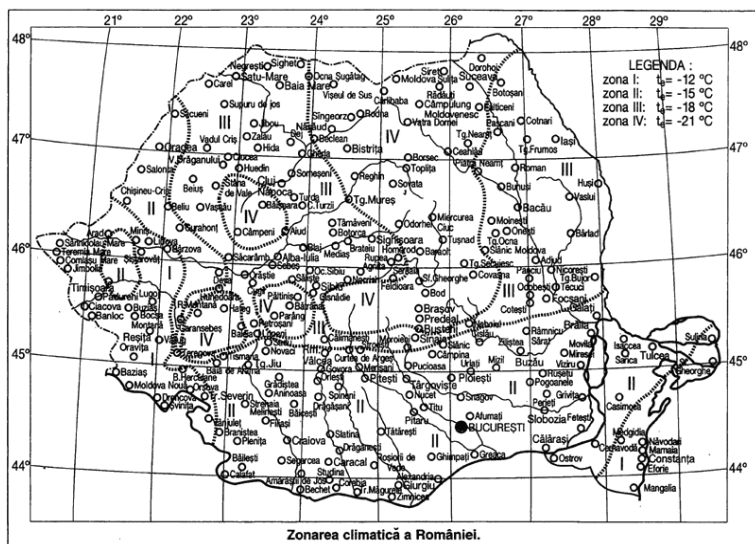
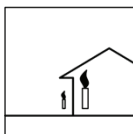


Fig. 23 – Zonarea climatică a României pentru perioada de iarnă
[Normativ C-107/3-1997]

4.2.2.2 Temperatura aerului



a) Definire și rol în proiectarea bioclimatică

Temperatura este mărimea fizică prin care se determină gradul de încălzire al unui corp. Principalul factor responsabil cu încălzirea aerului este radiația solară¹⁸⁹. Factorul climatic cel mai pregnant în percepția omului este dat cu siguranță de modul în care acesta percepe temperatura aerului. La nivel teritorial, este influențată de circuitul maselor de aer la nivel planetar, dar în cea mai mare parte de altitudine. De asemenea depinde de

¹⁸⁹ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 130.

natura solului, bazine de apă, vegetație sau orientarea versanților¹⁹⁰. După cum se va vedea ulterior în cazul analizei regimului vânturilor, temperatura este semnificativ responsabilă de fenomenul mișcării curenților de aer. S-au putut vedea, precum s-a precizat și anterior la capitolul dedicat confortului omului, modalitățile prin care temperatura influențează organismul uman și în care percepția asupra factorilor termici este resimțită la nivel psihologic. În acest context, devine concludent faptul că acest subiect poate fi un parametru determinant al proiectării bioclimatice. Transpus în limbaj arhitectural, învelișul spațiilor devine o „coață” cu caracteristici dinamice având rolul principal de asigurare a controlului termic.

b) Instrumente de analiză

„Temperatura aerului”, „temperatura efectiv-echivalentă” și „temperatura medie radiantă” au fost deja enunțate și definite în subcapitolul dedicat diagramelor psihrometrice în proiectarea bioclimatică.

Sunt deosebit de importante valorile medii generale considerate la nivel zilnic, lunar sau anual, dar și mediile extremelor minime și maxime necesare pentru a cunoaște posibilele variații într-un anumit interval de timp. Astfel, în datele meteorologice apar adesea „temperatura medie lunară a maximelor zilnice” „temperatura medie lunară a minimelor zilnice” „temperatura medie lunară, anotimpuală și anuală” „temperatura extremă maximă” precum și „temperatura extremă minimă”. Cele din urmă sunt valorile efective înregistrate ca situație unică. De asemenea, sunt importante pentru calculele de confort valorile măsurate diferențiat pentru perioada zilei și a nopții. Ca exemplu în acest sens, Institutul Național de Meteorologie generează înregistrări la orele 1, 7, 13, 19, datele meteorologice înregistrate fiind raportate pe perioada anilor 1961-2000.

„Amplitudinea medie anuală” este un parametru important pentru proiectarea de arhitectură, în condițiile în care un anumit spațiu este supus unor variații termice semnificative pe parcursul anului. Astfel sunt măsurate diferențele dintre maximele și minimele înregistrate într-un anumit amplasament, influențând soluțiile arhitectural-spațiale, strategiile, utilizarea materialelor.

Un alt parametru este „temperatura la nivelul solului” datorată modificării lungimii de undă a radiației, în funcție de tipologia suprafețelor.

¹⁹⁰ Benedetti, C., (2003), p. 29.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

Din perspectiva filosofiei de proiectare bioclimatică, temperatura este elementul climatic ce contribuie la adoptarea strategiilor de control termic, inducând soluții de configurație arhitecturală și tehnologice în vederea încălzirii respectiv răcirii aerului. În mare parte, caracteristicile temperaturii sunt aspecte relaționate cu confortul organismului, discutate la subcapitolul dedicat acestei tematici.

Se pot genera soluții arhitecturale care, prin configurația spațială să corespundă unor factori de natură fizică, luând în considerare valorile înregistrate la termometru. Spre deosebire de temperaturile medii anuale, anotimpuale respectiv lunare, necesare stabilirii strategiilor de abordare energetică a construcțiilor, adesea se remarcă o mare utilitate a valorilor zilnice, în general raportate la perioada medie a unei luni. Acestea se dovedesc importante în contextul stabilirii unor modalități de încălzire/răcire a spațiilor, utilizând temperaturile exterioare sau speculând defazajul termic dintre valorile înregistrate noaptea și ziua.

d) Temperatura în România

Temperaturile înregistrate pe teritoriul României acoperă un spectru extrem de larg de-a lungul unui an calendaristic. În aceste condiții arhitectura românească trebuie să îndeplinească acele condiții care sunt în măsură să asigure confortul spațiilor interioare ținând cont de diferențele între cele două anotimpuri extreme. Dat fiind gradul mare de diversificare geografică a teritoriului, unde anumite zone pot avea caracter de particularitate în raport cu restul țării, aceste valori pot avea caracter unicat. În acest sens se cunosc extremele minime înregistrate în Întorsura Buzăului sau la polul opus, curenții calzi de natură mediteraneană din Banat. Regula conform căreia temperaturile sunt strict corelate cu altitudinea, în sensul că temperaturile scad înspre înălțime, nu este general valabilă, excepție făcând anumite zone depresionare unde, datorită inversiunilor termice, temperaturile scad semnificativ, cu precădere pe timpul nopții¹⁹¹.

Deoarece în contextul proiectării bioclimatice temperaturile principale sunt cele anotimpuale sau lunare, Tab. 18 ilustrează câteva valori înregistrate pe o scară altitudinală, particularizată pe cele patru anotimpuri, în scopul evidențierii diferențelor ce vor fi gestionate prin intermediul proiectului. Iarna este în cea mai mare parte caracterizată de temperaturi negative, cu excepția teritoriilor influențate de zona Mării Negre, estul

¹⁹¹ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 131.

Dobrogei, Delta Dunării, parte din Lunca Dunării și Banat¹⁹². În timpul verii mediile temperaturilor au valori pozitive, zonele montane fiind însă mai reci. Cele mai călduroase întinderi sunt în Dobloghea, Lunca Dunării, Câmpia Română, Câmpia și Dealurile de Vest, Podișul getic și Subcarpații Getici¹⁹³. Primăvara și toamna sunt relativ apropiate ca valori, remarcându-se temperaturi pozitive în cea mai mare parte a țării, cu excepția zonelor de munte¹⁹⁴. În cele două anotimpuri se impun așadar măsuri termice asemănătoare din punct de vedere arhitectural.

Figurile 24, 25 și 26 intenționează să ilustreze valorile medii anuale respectiv cele aferente lunilor extreme ianuarie și iulie în vederea reliefării situației la nivelul întregii țări. Ca o exemplificare, Fig. 27 prezintă distribuția indicelui temperaturii efectiv-echivalente (TEE) la nivelul întregului teritoriu național pentru luna iunie, verificând astfel integrarea unor anumite măsuri arhitectural-tehnologice în anumite teritorii. Pentru integrarea acestor parametri la nivelul proiectului de arhitectură, se utilizează valori preluate de la cea mai apropiată stație meteorologică, urmând a fi localizate și raportate la nivel național.

Nr. crt.	Stația meteorologică	Anotimp			
		Iarna	Primăvara	Vara	Toamna
1	Gorgova	0,5	10,6	21,4	11,4
2	Sulina	1,4	9,8	21,5	13,0
3	Tulcea	0,5	10,7	21,6	11,5
4	Constanța	1,8	10,1	21,5	13,1
5	Turnu Măgurele	-0,4	11,9	22,1	11,5
6	Grivița	-0,9	10,7	21,4	10,9
7	Tecuci	-1,4	10,2	20,8	10,3
8	Galați	-0,8	10,6	21,5	11,1
9	Drobeta-Turnu Severin	0,8	11,8	22,1	12,1
10	Buc. Filaret	-0,1	11,5	21,9	11,7
11	Sănnicolau Mare	-0,1	11,0	20,7	11,0
12	Timișoara	0,3	11,1	20,6	11,1
13	Iași	-1,8	9,9	20,2	10,0
14	Satu Mare	-1,2	10,0	19,4	9,7
15	Craiova	-0,6	10,9	21,4	11,2
16	Deva	-0,8	10,2	19,2	9,9
17	Rm. Vâlcea	-0,1	10,7	20,3	10,7

¹⁹² *Idem*, p. 133.

¹⁹³ *Idem*, p. 134.

¹⁹⁴ *Idem*, pp. 133, 134.

18	Avrămeni	-3,0	8,6	18,8	8,9
19	Sighetu Marmației	-2,0	9,2	18,2	8,9
20	Ștei	0,1	9,9	18,8	10,3
21	Tg. Mureș	-2,2	9,7	18,8	9,1
22	Oravița	1,2	11,0	20,1	11,9
23	Piatra Neamț	-1,7	8,7	18,7	9,3
24	Câmpina	-0,8	8,9	18,5	9,2
25	Brașov	-3,0	8,0	17,2	8,0
26	Miercurea-Ciuc	-5,7	6,1	15,6	5,9
27	Poiana Stampei	-5,6	4,2	13,7	4,8
28	Predeal	-4,1	4,4	13,7	5,5
29	Semenic	-4,9	2,5	12,1	4,5
30	Sinaia	-4,6	2,6	11,9	4,7
31	Lăcăuți	-7,1	0,1	9,5	2,4
32	Vlădeasa	-6,8	-0,3	8,9	2,2
33	Ceahlău Toaca	-7,6	-0,7	8,7	1,6
34	Vf. Omu	-8,0	-4,0	4,8	-1,0

Tab. 18 – Temperaturi (°C) medii anotimpuale [adaptat după Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 131]

Temperaturile medii sunt rezultate ale valorilor obținute la cele patru înregistrări zilnice. În acest context sunt importante atât evoluția variațiilor de la o zi la alta pe anumite perioade de timp stabilite, cât și acele fluctuații înregistrate ca variabile între zi și noapte. Considerate pe perioade lungi de timp, pe parcursul anului nu se remarcă descreșteri/creșteri constante, în anumite perioade precum începutul verii, dovedindu-se accelerații temporare la mijlocul lunii aprilie ¹⁹⁵. În cadrul analizelor bioclimatice din cadrul meta-proiectului, acest tip de variații vor face obiectul specific al analizelor adresate fiecărui amplasament în parte, astfel stabilindu-se dacă sunt necesare de asemenea schimbări bruște în strategie de încălzire/răcire. Pentru ilustrarea valorilor medii zilnice la nivel lunar, Institutul de meteorologie consideră măsurătorile efectuate în data de 20 a fiecărei luni calendaristice ¹⁹⁶.

¹⁹⁵ *Idem*, p. 149.

¹⁹⁶ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), pp. 149,150.

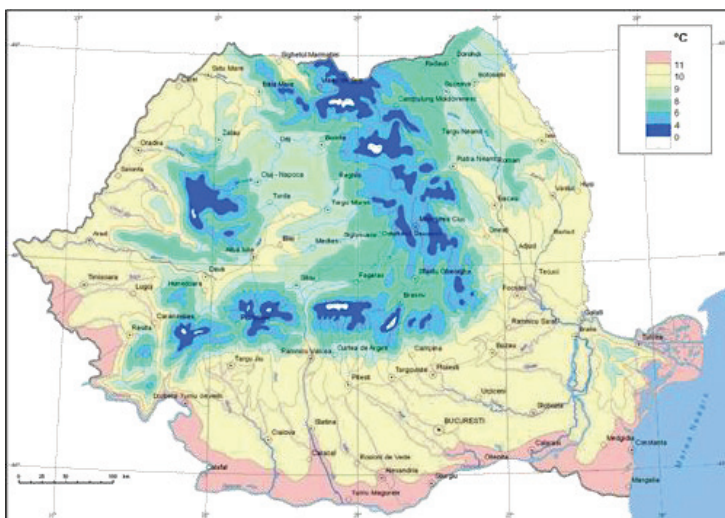


Fig. 24 – Temperaturile medii anuale ale României (1961-2000) [Agenția Națională de Meteorologie - <http://www.meteoromania.ro/index.php?id=187>]

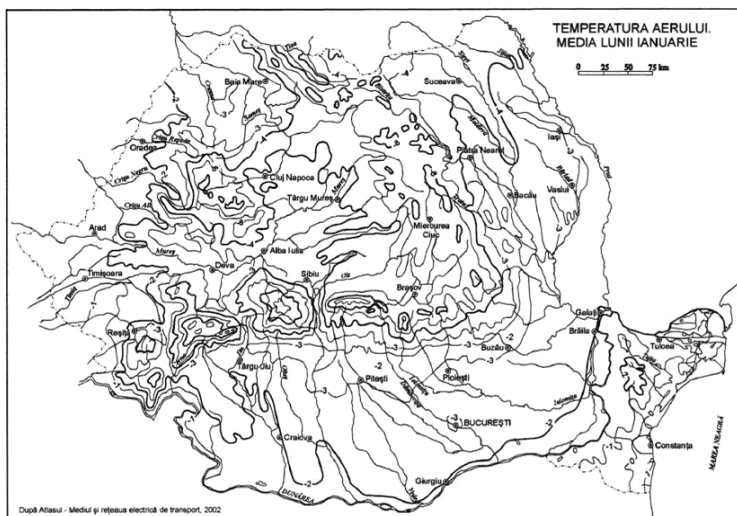


Fig. 25 – Temperatura medie a lunii ianuarie [Atlasul – Mediul și rețeaua electrică de transport (2002), *Apud.* Văduva, I., (2008), p. 74]

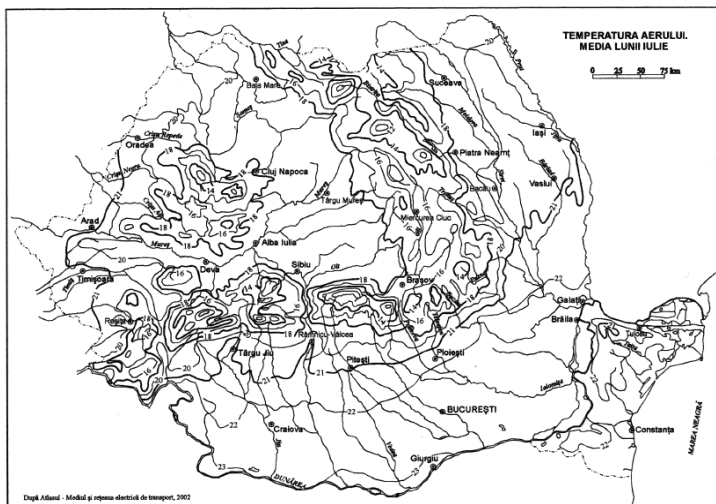


Fig. 26 – Temperatura medie a lunii iulie [Atlasul – Medii și rețeaua electrică de transport (2002), *Apud.* Văduva, I., (2008), p. 74]

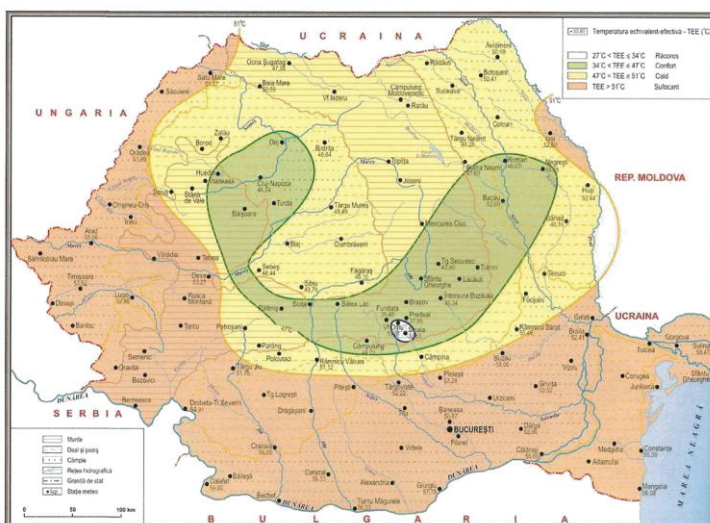
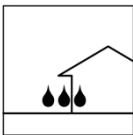


Fig. 27 – Repartiția valorilor medii ale TEE în luna iulie, pe teritoriul României, [Ciulache, S.; Ionac, N., (2008), p. 20]

4.2.2.3 Umiditatea



a) Definire și rol în proiectarea bioclimatică

Umiditatea estimează cantitatea vaporilor de apă din aer. În bioclimatologie, evaluarea umidității este particular analizată și relaționată la nivelul biosferei, întrucât este factorul care determină caracteristicile florei și faunei existente. Nivelul acesteia este determinat de temperatură, altitudine, mișcarea curenților atmosferici, orientarea versanților față de soare și curenți de aer, topografia terenului¹⁹⁷, sau de modul de acoperire al solului prin prezența suprafețelor mari vegetale sau a unor suprafețe de apă etc..

Așa cum s-a putut observa în secțiunea lucrării dedicată analizelor de confort uman, umiditatea aerului deține un rol important nu doar în stabilirea efectivă a umidității unui anumit loc/spațiu, ci și în aprecierea diverșilor indici de confort, fiind strâns relaționată cu temperatura aerului și mișcarea curenților de aer. În diagramele psihrometrice umiditatea relativă reprezintă un factor esențial pentru evaluarea confortului. Ținând cont de valorile temperaturilor de saturație, organismul uman percepe starea de bine în limitele valorilor de 30%-70% vara și 30%-55% iarna, însă aceste valori sunt influențate de temperatură, primind interpretări pozitive pentru temperaturi mai ridicate decât cele reci, când starea de frig este accentuată datorită unei umidități mai mari.

b) Instrumente de analiză

Importanța acestui parametru climatic este relativ importantă în condițiile considerării sale independente, însă este semnificativă în raport cu alți factori de natură climatică.

„Umiditatea relativă” (vezi și subcapitolul „Elementele climatice conținute în diagrama psihometrică”) este un indice determinant în estimarea analizelor de confort și reprezintă raportul dintre presiunea efectivă și cea maximă de saturație a vaporilor de apă din aer la o anumită temperatură.

¹⁹⁷ Povară, R., (2004), p.108.

„Variația anuală” a umidității relative este rezultatul valorilor medii preluate pe parcursul unui an calendaristic, în vederea înțelegerii influențelor variațiilor respective în raport cu evoluția anotimpurilor. Se vor considera valorile lunar sau independent pentru fiecare anotimp respectiv limitele maxime/minime lunare, corespunzând lunilor extreme ianuarie și iulie.

„Variația diurnă” a umidității relative presupune urmărirea măsurătorilor medii înregistrate pe parcursul unei zile caracteristice urmând a verifica oscilațiile, pe parcursul a 24 de ore. Se pot determina astfel soluții variate de intervenție asupra valorilor necesare de asigurare a confortului, prin diverse alegeri la nivel de proiect.

„Numărul mediu anual de zile” se identifică prin evaluarea acelor perioade raportate pe parcursul celor douăsprezece luni calendaristice, dorind să reprezinte valori extreme, maxime și minime ale umidității relative. În acest caz sunt luate în calcul valorile superioare a 85% în jurul orei 13 sau cele care scad sub 30%¹⁹⁸. Acestea sunt importante inclusiv pentru a determina dacă, prin frecvența acestor situații excepționale, sunt necesare măsuri strategice tehnico-arhitecturale.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

În cadrul fazei meta-proiectului parametrul umidității este important în evaluarea confortului prin intermediul diagramelor psihrometrice, cărora li s-a acordat deja spațiul de analiză necesar. Este importantă însă înțelegerea modului și a condițiilor în care se măsoară aceste valori, în vederea adoptării și interpretării lor în cadrul analizelor destinate proiectului. Cercetarea de față ia în considerare adoptarea acestui subiect doar în condițiile analizelor de confort destinate configurării spațiale a organismului arhitectural și a determinării strategiilor de funcționare energetică a acestuia, fără a ataca proprietăți de ordin fizic a materialelor de construcție și a calculelor specifice, acestea fiind o etapă succesivă fazei meta-proiectului. Studiul se va limita așadar la analizarea situațiilor de confort și a modului în care acesta poate fi atins prin mijloace tehnico-arhitecturale la nivel conceptual.

d) Umiditatea relativă a aerului în România

În principiu, valorile medii ale umidității relative sunt invers proporționale în raport cu temperatura, în sensul stabilirii unor maxime

¹⁹⁸ Sandu, I., *Coord.* - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), p. 217.

iarna (82%-92%), minimele înregistrându-se înainte de începutul verii (65%-77%)¹⁹⁹. Se pot determina câteva tipuri de variație determinate de tranziții în regimul precipitațiilor care se reflectă prin creșterea nivelului umidității, fenomen identificat indiferent de perioada anuală. Ca exemplificare Fig. 28 ilustrează evoluția anuală a umidității relative unor localități în raport cu altitudinea lor. Se remarcă astfel descreșterea parametrului odată cu creșterea temperaturilor, excepție făcând culmile înalte muntoase unde umiditatea are valori maxime tocmai în această perioadă.

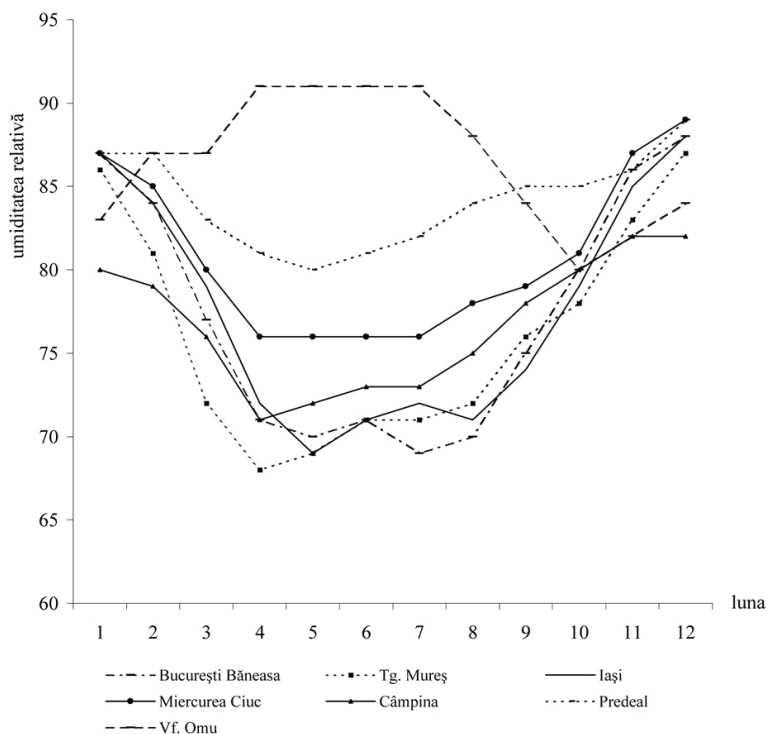


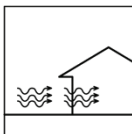
Fig. 28 – Evoluție anuală a umidității relative
[Adaptat după Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 210]

¹⁹⁹ *Idem*, p. 209.

La nivel național, cel mai ridicat nivel al umidității relative se înregistrează în zona estică a țării, în apropierea Deltei Dunării și pe alocuri în zonele muntoase, înregistrându-se valori superioare celei de 85%²⁰⁰. Valori ridicate (80%-85%) se înregistrează de asemenea în zona estică, influențată de țărmul Mării Negre și Delta Dunării, și zone ale Transilvaniei. Se manifestă de asemenea mărimi cuprinse între 75%-85% în Câmpia de vest datorită efectului de baraj al munților Carpați care opresc în această zonă influențele mediteraneene și oceanice, în Podișul Transilvaniei și zonele subcarpatice²⁰¹. Cele mai mici valori (>75%) se înregistrează preponderent în zone de câmpie, Subcarpații de curbură și sudul Banatului²⁰².

În majoritatea teritoriului, mai puțin a culmilor muntoase, variația diurnă a umidității relative înregistrează o evoluție descrescătoare odată cu creșterea impactului radiației solare, atingând minimul în jurul orelor 13 – 14, urmând apoi a crește din nou spre seară. Pe perioada nopții valorile se dovedesc a fi relativ constante, nefiind influențate de variațiile temperaturilor²⁰³.

4.2.2.4 Regimul vânturilor²⁰⁴



a) Definire și rol în proiectarea bioclimatică

Aspectele naturale ale mediului destinat construirii unui edificiu, au influențat dintotdeauna conceperea arhitecturii bioclimatice, fenomenele naturale fiind considerate ca instrumente ale edificării. Sub acest aspect, Mario Buono denumeste vântul un „material al proiectului”²⁰⁵, considerându-l subiectul unor vaste preocupări în domeniul proiectării. Nu numai că acesta conferă formă obiectului de arhitectură, dar în aceeași

²⁰⁰ Sandu, I., *Coord.* - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), p. 212.

²⁰¹ Povară, R., (2004), p.100.

²⁰² Sandu, I., *Coord.* - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), p. 213.

²⁰³ Sandu, I., *Coord.* - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), pp. 214, 215.

²⁰⁴ Cu anumite modificări și adaptări, capitolul face parte integrantă din: Armenciu, D., (2011*), pp. 163-187.

²⁰⁵ Buono 1998, (1998), p. 42.

măsură reprezintă modul de satisfacere a confortului higrotermic a utilizatorului de spațiu.

*a.1) Crearea curenților de aer*²⁰⁶

În stratul atmosferic aerul se găsește în mase de diverse densități. Pornind de aici, se creează mișcarea particulelor dinspre zona cu densitate mai mare către cea unde aceasta este inferioară. Densitatea aerului este influențată de temperatura sa, fiind superioară acolo unde temperatura este scăzută. Pentru a cunoaște gradul de intensitate a vântului, Scara Beaufort stabilește nivelurile acestuia în funcție de viteză și efectele produse, clasificându-le într-o serie ce variază de la starea de calm la cea de uragan. Considerând spre exemplu o zonă influențată de prezența unei întinderi de apă, vom observa cum direcția curenților de aer se modifică în funcție de variația temperaturii. Având capacități termice diferite, apa și solul manifestă acumulări respectiv dispersii de temperatură diverse. Apa absoarbe mai greu temperatura, dar are o mai mare capacitate de a o acumula și a o menține pe o perioadă mai îndelungată de timp. Se observă așadar cum, în timpul zilei, când zona de uscat are o temperatură mai mare, curenții de aer migrează dinspre bazinul de apă. În sens contrar, pe timpul nopții, când apa începe să cedeze din temperatura acumulată ziua, mișcarea particulelor de aer provine dinspre uscat. De altfel, acest proces are valori variabile în funcție de declinația soarelui sau de anotimpuri.

Urmărind același principiu, se formează mișcarea curenților de aer, indiferent de scara de raportare sau alte caracteristici ale unui loc particular. Se observă cum poziția soarelui în diverse momente din zi sau din an, alături de proprietățile termice ale materialelor prezente ori alte fenomene ce provin de la o scară climatică superioară, influențează în mod specific și determinant un anumit spațiu.

În raport cu condițiile de relief și cele climatice, se generează tipurile de vânt cunoscute. Dintre acestea în funcție de modul lor de formare, se menționează: vântul laminar, ondulator sau turbulent (funcție de forme de relief, peisaj urban etc.); briza de vale sau de munte (periodicitate diurnă în urma încălzirii/răcirii diferențiate a versanților); foehnul (vânt cald, descendent, format pe versantul din aval); bora (vânt rece și puternic, format în urma diferențelor mari de presiune între două cote situate la mare distanță)²⁰⁷.

²⁰⁶ Fragment extras din Armenciu, D., (2010*), p. 30.

²⁰⁷ Povară, R., (2004), p. 106.

a.2) Utilizarea curenților de aer în arhitectură

În contextul de față este importantă menționarea rolului și a importanței pe care mișcarea maselor de aer o au în configurarea spațială a unui spațiu. Preocuparea pentru acest domeniu găsește astăzi, pe fundalul dezbaterilor pe tema dezvoltării durabile, un interes în plină dezvoltare. Arhitectura s-a folosit din cele mai vechi timpuri de condițiile climatice specifice locului, luând forma unui răspuns la agenții externi. Indiferent de climă sau anotimp, în ceea ce privește discursul prezenței vântului în jurul spațiului arhitectural, și utilizarea acestuia prin mijloace pasive în cadrul construit, a dezvoltat două linii principale: ventilația naturală igienico-sanitară și răcirea spațiilor arhitecturale.

Ventilația naturală este procesul prin care aerul interior, viciat, este înlocuit cu cel exterior, proaspăt, fără implicarea unor sisteme mecanice ajutătoare. Se pot folosi însă echipamente care permit în mod automatizat deschiderea și închiderea controlată a orificiilor de ventilație sau a ferestrelor, în funcție de condițiile climatice externe, în acest mod obținându-se importante economii de energie. Efectul ventilației naturale deține și calitatea de răcire pasivă a spațiilor. Desigur, acest ultim fenomen este util în zone climatice particulare, respectiv în perioadele călduroase ale anului. Pe teritoriul României ventilația naturală în scopul de răcire a spațiilor se dovedește o procedură indispensabilă, ținând cont de mutațiile de temperatură survenite în ultima decadă²⁰⁸. Pe de altă parte, anotimpul rece aduce după sine necesitatea de a evita „deschiderea” edificiului către direcția specifică a curenților reci de aer. Aspectele prezentate anterior condiționează în mod esențial dispunerea și conformarea construcțiilor în funcție de exigențele fiecărui amplasament în parte. Proiectul va putea răspunde pozitiv în cele mai multe cazuri, ținând cont de faptul că direcția și frecvența curenților sunt date cunoscute și variază în funcție de anotimp²⁰⁹, permițând proiectantului să realizeze configurații spațiale conforme din punct de vedere energetic.

a.3) Zona de calm de vânt și utilitatea sa în proiectarea bioclimatică

Analizele destinate curenților de aer din jurul construcțiilor, se materializează în cadrul proiectării de arhitectură din extragerea unor serii de concluzii care au ca scop conducerea către ameliorarea confortului spațiilor proiectate. Astfel, lucrarea va trata cu precădere parametrii de

²⁰⁸ Armenciu, D., (2010*), p. 30.

²⁰⁹ Grosso, M., (2008), p. 197.

definire și dimensionare a zonei protejate de acțiunea directă a vântului, poziționată în imediata proximitate a obstacolelor (clădiri, zone verzi ș.a.). Această suprafață a fost acceptată în literatura de specialitate sub forme lexicale diverse. Se va folosi pe parcursul textului expresia „zona de calm”, ca formă principală, preluată după textul lui Boutet. Autorul o definește în lucrarea sa sub diverse forme: *calm area*, *pattern* sau de *airflow pattern*²¹⁰. De asemenea mai găsim expresia „umbră de vânt”²¹¹, datorită faptului că, asemănător studiilor de însorire, zona la care ne referim apare înspre partea de aval, considerată față de direcția curenților de aer. Dacă se încearcă o traducere în limba română a noțiunilor, se mai pot adopta termeni precum „urmă” sau „dără” de vânt, însă o eventuală utilizare a acestora ar tinde să decontextualizeze sensul expresiei.

Mișcarea curenților de aer are un rol convectiv asupra învelișului clădirilor, putând deține scopul de a controla echilibrul schimburilor termice, pierderile sau aportul de energie necesare, în funcție de condițiile climatice și anotimp. Expunerea la vânt în timpul iernii conduce la consumuri energetice mărite cu până la 30%, pe când în aceleași condiții pe timpul anotimpului cald, atunci când îndeplinirea condițiilor de ventilație a spațiilor în scopul evitării supraîncălzirii este esențială, prin conformarea construcției se poate preveni utilizarea unui sistem artificial de ventilație²¹². Reprezentarea ideală a unei construcții permite deschiderea curenților pe timpul verii și de protecția față de cei iernali. Ținând cont de aceste considerente, referindu-se la zonele de calm, Mario Grosso apreciază aceste intervenții ca pozitive în timpul iernii și negative vara, datorită efectelor de: scădere a dispersiilor termice prin convecție, respectiv de reducere a posibilităților de folosire a ventilației naturale pentru răcirea spațiilor sau ventilare igienico-sanitară²¹³. Acestea au efecte importante atât asupra împlinirii condițiilor de confort pentru activitățile specifice spațiilor externe, cât și asupra condițiilor microclimatice ale spațiilor interioare²¹⁴, influențând astfel schimburile de aer viciat sau ventilația estivală.

²¹⁰ După Boutet, (1987), p. 50; (zonă de calm, urmă, urmă a fluxului de aer)

²¹¹ Spagnolo, (2007), p. 72-73.

²¹² Boutet, (1987), p. 52.

²¹³ Grosso, M., (2008**), p.16.

²¹⁴ Grosso, M., (2008**), p.16.

b) Instrumente de analiză

Condițiile microclimatice ale unui amplasament depind în mod esențial de configurația spațială care caracterizează zona în cauză. Evident, un studiu amănunțit evidențiază caracteristici diverse, ce țin cont de orientarea cardinală, direcția vânturilor dominante pe parcursul anului, topografia terenului și obstacolele din vecinătate. Specializările dezvoltate de-a lungul timpului în acest domeniu au recurs la diverse forme de analiză care doresc să cerceteze modul în care mișcările maselor de aer influențează mediul construit precum și oportunitățile sau deficiențele care pot surveni în urma acestora. În prezent, cercetarea are la dispoziție diverse posibilități de studiu ale dinamicii vântului, pornind de la probe practice pe modele supuse în spații speciale precum tunelul de vânt sau alte tipuri de simulări practice ce folosesc mișcarea de fluide, și ajungându-se până la programe complexe, asistate de computer pentru simularea curenților de aer. Acestea solicită însă costuri și timpi importanți, fapt pentru care se aplică pe investiții de mare anvergură. Astfel de practici se dovedesc utile întrucât mișcarea amănunțită a curenților de aer este dificil de exprimat grafic. Din gama analizelor de vânt aplicate pe construcții, se remarcă existența a trei mari grupe de abordare: cea virtuală, experimentarea prin aplicarea fluidelor pe machete reale și aprecierea prin mijloace empirice.

Prima dintre acestea și cea mai nouă ca apariție, speculează spațiul virtual, gestionat prin mijloace computerizate și controlat pe modele de dinamică a fluidelor. Acestea se materializează în date grafice și calcule matematice, evaluarea finală având rezultate atât de ordin calitativ cât și cantitativ. Astfel de situații sunt cunoscute sub forma tipurilor de date CFD (*Computational Fluid Dynamics*) prezente pe piața destinată proiectării sub o gamă extrem de variată de astfel de soft-uri. Figura 29 exemplifică un modul de ilustrare grafică a modelării virtuale.

Un alt tip de analize presupune realizarea fizică a unor machete, realizate fie la scară de ansamblu în cazul unei intervenții ce presupune inserția într-un amplasament urban, fie la nivelul obiectului de arhitectură în cazul analizelor de interior sau a proximităților exterioare. Astfel de modele în trei dimensiuni sunt supuse unui flux de fluid a cărui traiectorie urmează a fi analizată în vederea evaluării situației dorite. Aceste exemple pot fi generate prin mișcarea unor fluide lichide colorate, curenți insuflați de aer încărcăți cu particule vizibile sau gaze colorate. Machetele sunt filmate/fotografiate, în urma acestor operații prelucrându-se dimensionarea, categorisirea zonelor pe scări de influență sau frecvență a intensității curenților de aer.



Fig. 29 – Simulare CFD [© Chambers Design - <http://www.treehugger.com/green-architecture/five-things-you-should-know-you-start-your-next-leed-project.html>]

Cel de-al treilea tip de studiu al dinamicii curenților de aer se bazează pe date empirice și constă în estimarea dimensiunii zonelor de calm de vânt. Această modalitate de analiză va fi mai mult dezvoltată în rândurile ce urmează, datorită faptului că tipul de abordare propus este mult mai la îndemâna arhitectului și nu presupune investiții financiare acordate proiectării, precum variantele prezentate anterior. În acest sens, scopul este acela de a realiza un instrument de calcul incipient, în vederea ușurării procesului de analiză la scară microclimatică a siturilor de intervenție, pornind de la studiile lui Terry S. Boutet²¹⁵, arhitect care și-a dedicat activitatea de cercetare analizei influenței mișcării maselor de aer asupra cadrului construit. Textul care stă la baza prezentului studiu este lucrarea *Controlling Air Movement*, avându-l ca autor pe cel citat anterior. În prezent, există diverse studii și texte de specialitate care dezbat acest subiect, realizate de profesioniști preocupați în mod deosebit de subiectul eco-

²¹⁵ Terry S. Boutet este născut la Cincinnati, Ohio, a absolvit studiile în arhitectura la „University of Florida” și profesează în Columbus, Ohio.

compatibilității construcțiilor²¹⁶. Există deci o metodologie de studiu, însă se găsesc permanent necesare calcule intermediare care încetinesc procesul de proiectare. Datorită vastității subiectului, în metodologia propusă în teză ne vom referi strict la efectele mișcării curenților de aer asupra construcțiilor, excluzând în mod intenționat abordarea din punct de vedere al obstacolelor precum vegetația, declivitatea terenului, rugozitatea etc..

Aspectele principale de care se ține cont la măsurarea dinamicii vântului sunt: direcția, viteza, corelate cu frecvența acestuia. Instrumentul folosit este girueta ce în prezent, în România permite posibilitatea măsurării vitezelor până în 40m/s ²¹⁷. Pe lângă analizele destinate obiectului de arhitectură și a proximității acestuia, mai sunt luate în considerare direcțiile preponderente ale vântului, în funcție de anotimp. Acestea pot sta la baza alegerii unor soluții de producere a energiei electrice prin intermediul unor dispozitive eoliene sau a diverselor posibilități de fructificare a curenților de aer pentru scopuri de control microclimatic.

Roza vântului este probabil instrumentul cel mai uzat în vederea evaluării particularităților eoliene ale unui amplasament. În urma exprimării grafice a frecvențelor vântului în funcție de orientarea acestuia, arhitectul poate decide anumite strategii de configurare și intervenție asupra spațiilor arhitecturale. Valorile necesare se pot lua la nivel anual, anotimpual sau lunar. În proiectarea de arhitectură, valorile lunare sunt cele mai utile întrucât facilitează asocierea cu alți parametri climatici precum radiația solară sau umiditatea relativă.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului (descrierea metodei empirice)

Pentru înțelegerea tipului de abordare propus în acest studiu, este esențială verificarea validității sale din punct de vedere preponderent calitativ și nu cantitativ, având în vedere complexitatea dinamicii vectoriale a mișcării curenților de aer care devine dificil de intuit prin mijloace grafice. Din același motiv, acest tip de metodologie se bazează pe surse empirice, astăzi existând condițiile unei vaste cercetări în domeniu. În același timp, reprezentarea grafică a zonelor de calm este rezultatul unei abstractizări

²¹⁶ Pe această cale, adresez mulțumiri lui Mario Grosso, arhitect și profesor la Facoltà di Architettura II, Politecnico di Torino, care m-a încurajat pentru inițierea acestei analize, și m-a îndrumat pe parcursul realizării sale. Acesta aplică și predă studenților acest tip de abordare în domeniul proiectării construcțiilor.

²¹⁷ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 316.

care conferă celor interesați o lectură facilă a unei certe arii, caracterizată de condiții microclimatice specifice. Studiul propus în continuare reprezintă mai degrabă o aplicație analitică decât un studiu de texte de specialitate, scopul propus fiind acela de cercetare a posibilităților matematice și geometrice în scopul extinderii studiilor de bază prezentate în lucrarea lui Boutet, încercând în aceeași măsură să determinăm limitele dimensionale de aplicare a acestora. Același autor propune o metodă de calcul simplificat a dimensiunii zonelor de calm rezultate în aval față de direcția vântului, în partea posterioară a obstacolelor. E mai mult o valoare calitativă care permite proiectantului actual, fără a recurge la programe sofisticate asistate de calculator, să aprecieze condițiile microclimatice rezultate în jurul zonei de interes.

Calculul zonelor de calm se realizează în condițiile de vară și iarnă, ca reprezentări ale situațiilor limită de satisfacere a confortului. Conform studiilor lui Boutet, mișcarea aerului asupra unui corp se descompune astfel: două treimi de-a lungul fațadelor și o treime deasupra acoperișului²¹⁸. În acest mod se creează zona de calm, acolo unde mișcarea maselor de aer este redusă. Acești parametri depind semnificativ de lungimea (L) și lățimea (W) construcțiilor, valori considerate în planul vertical de contact direct cu direcția vântului, respectiv cel de profunzime în direcția vântului. Înălțimea (H) joacă de asemenea un rol determinant, influențând în cea mai mare măsură profunzimea zonei de calm. Din păcate, cazurile analizate de autorul citat anterior se opresc al dimensiuni tip impuse, pe când un studiu efectuat asupra unui amplasament se întâlnește cu forme, tipologii și configurații mult diversificate. Totuși, o abstractizare formală și modulată a edificiilor supuse acestui tip de analiză se găsește esențială.

Din diversele încercări de dimensionare realizate pe module având diferite configurații, se evidențiază implementarea unei anumite ordini de analiză, în scopul obținerii gabaritelor zonelor de calm. Vom urmări astfel: a) stabilirea direcției predominante a vântului pentru o anumită perioadă distinctă în cursul anului, b) stabilirea dimensiunilor construcțiilor și împărțirea acestora în module cubice de calcul; c) verificarea concordanțelor de raport cu cele deja existente, în ceea ce privește dimensiunile $L \times W \times H$, unde $H=1$; d) raportarea înălțimii modulelor la cele existente în analizele precedente; e) stabilirea rotației față de direcția vântului și raportarea la tipologiile preexistente; f) definitivarea rezultatelor

²¹⁸ Boutet, T.S., (1987), p. 50.

zonei de calm, notată în continuare cu „Pc”²¹⁹. Conceptul general al cercetării promovate de Boutet a fost analiza, pe diverse studii de caz reprezentând variate tipologii formale de clădiri, situate în mod special în sfera funcțională rezidențială²²⁰ sau cu gabarite asemănătoare. Acestea au fost divizate în module cubice care, combinate sub diverse forme și proporții induc variația dimensiunilor zonei de calm. Studiul curenților de aer ține cont în principal de proporțiile edificiului și nu neapărat de dimensiunile acestuia. Pentru simplificarea înțelegerii și a calculului final, preluând modelul inițiatorului studiului²²¹, vom nota dimensiunea laturii unui modul cubic cu litera „M”. Pentru determinarea finală a dimensiunilor zonei de calm, se va înmulți valoarea lui M cu dimensiunea reală a modului edificiului. Metodele de calcul sunt relativ simple, utilizându-se media aritmetică, regula de trei simplă sau aplicarea unor coeficienți procentuali de reducere sau amplificare.

În ceea ce urmează, datorită condițiilor diferite de evoluție dinamică ale dimensiunilor zonei de calm rezultate în raport cu tipologia și dimensiunea edificiilor, vom trata subiectul în trei părți distincte, corelate cu efectul mișcării maselor de aer, în raport cu principalele tipuri de proiecție și raportare la suprafețele modulelor.

i) Efectul mișcării maselor de aer în proiecție planimetrică (lungime - L și lățime - W)

Primele analize, realizate pe baza valorilor deja existente în studii precedente, au constatat în determinarea dimensiunilor zonei de calm în funcție de lungimea și lățimea unor construcții ipotetice. Având în vedere nivelul relativ inferior de date, și raportându-ne în mod permanent la gradul de elasticitate de calcul pe care acestea le conferă, fără a trece peste limita ipoteticului, noile valori au fost obținute prin interpolare liniară. Precum prezintă și tabelele 20-25, respectiv figurile 30-35, s-a încercat o organizare a datelor în funcție de „L” și „W”, înălțimea rămânând constantă. Fiecărui tabel obținut i s-a asociat un grafic ce permite lizibilitatea variației valorilor finale.

Se constată astfel că dimensiunile zonelor de calm nu mai sunt influențate considerabil pentru valori echivalente cu $L=12$ (Fig. 37), atunci

²¹⁹ O descriere amănunțită a procesului de lucru este prezentată la „Anexa 1”.

²²⁰ Boutet, T.S., (1987), p. 56.

²²¹ În lucrarea sa, Boutet a notat dimensiunea laturilor modului cubic cu litera „D”.

când W este superior valorii $1M$. Peste acest prag, dimensiunile rezultate din calcul sunt ipotetice. Cu cât crește lungimea edificiului, cu atât este mai mare și zona de calm. Totuși, se remarcă o scădere a profunzimii după o valoare echivalentă cu $W=3M$. În ceea ce privește lățimea, precum specifică și Boutet²²² în lucrarea sa, peste o mărime ce depășește nivelul de $9M$, valorile rămân constante, fiind influențate de înălțime. Datorită lipsei suficiente de date, calculul se va limita la $W=4M$. În aceste condiții, pentru o dimensiune superioară valorii $W=4M$, profunzimea zonei protejate se va considera constantă, ținând cont de variația minoră ce trece de această valoare. Fenomenul este datorat mișcării de frecare din planul acoperișului²²³. De aceea, valorile specificate anterior, $L=12M$ și $W=4M$ vor fi considerate limitele extreme până la care acestea pot fi approximate, iar un nivel superior de module va aduce după sine păstrarea constantă a acestor rezultate. Numerele de module considerate variază de la 1 la 12 pe axa lungimii considerând fiecare tabel și grafic (vezi Tabelele 20-25 și Figurile 30-35) la valori echivalente cu $W=0,125M$; $W=0,5M$; $W=1M$; $W=2M$; $W=3M$; $W=4M$. La coroborarea rezultatelor în funcție de lățime (Fig. 38), se observă o constantă în variația rezultatelor.

ii) Efectul mișcării maselor de aer în proiecție altimetrică (înălțime)

Concentrația maximă a forței vântului apare pe fața anterioară, la două treimi din înălțimea acesteia, acolo unde se creează separarea direcțiilor pe suprafața învelișului extern al clădirii. Din acest motiv, înălțimea obstacolelor joacă un rol semnificativ în dimensiunea zonelor protejate de curenții de aer. Spre exemplu, studiile arată că lungimea zonei de calm este aproximativ de două ori mai mare decât înălțimea clădirii, atunci când avem de-a face cu raporturi echivalente sau atunci când este predominantă lungimea în câmp orizontal²²⁴. Rezultă astfel zona de calm, situată în depresiune (presiune negativă), vântul reluându-și viteza inițială după o distanță mai mare de aproximativ șapte ori superioară față de înălțimea obstacolului²²⁵. Viteza vântului este diminuată cu cât clădirile sunt dispuse pe mai multe rânduri, efectul de barieră dovedindu-se astfel mult mai eficient, iar în spațiile interstițiale viteza este redusă cu aproximativ

²²² Boutet, T.S., (1987), p. 51.

²²³ Boutet, T.S., (1987), p. 58.

²²⁴ Spagnolo, (2007), p. 72-73.

²²⁵ *Idem*, p. 73.

30%²²⁶. Studiile parcurse dovedesc influența net superioară a înălțimii construcției asupra dimensiunii zonei de calm, în comparație cu modificarea pe celelalte direcții (L sau W).

Dacă în cazul lungimii sau profunzimii, avem de-a face cu o variație liniară, unde rezultatele provin din interpolări, atunci când intervine nevoia de calcul a zonei de calm formată de un edificiu cu o oarecare înălțime, dar cu dimensiuni în plan diverse de cele calculate la capitolul anterior, unde variația se face atât pe direcția lungimii cât și a lățimii, se vor folosi coeficienți de reducere sau de amplificare. În acest sens, propunem o schemă de calcul²²⁷ menită să simplifice procesul, dar în același timp să respecte o corelare logică între diversele module. Modelul procesului de calcul propus este descris de Alessandro Rogora²²⁸. Se vor respecta etapele descrise anterior. Datorită faptului că reducerea dimensiunilor se realizează procentual, și nu liniar, calculul simplu prin folosirea regulii de trei - simplă, se dovedește neadecvată în acest caz. Schema propusă, organizată pe rânduri și coloane prezintă pe direcția verticală variația înălțimii iar pe cea orizontală, a lungimii sau lățimii edificiului. Între două configurații asemănătoare, care sprijină rezolvarea problemei, se va realiza întotdeauna variația unei singure dimensiuni din configurația LxWxH, pe fiecare direcție a tabelului de calcul propus. Pentru a obține calculul final, se vor cere întâi valorile care caracterizează variația pe fiecare dimensiune în parte. Se va obține astfel F1, coeficientul de reducere pe înălțime, urmat de F2, procentul de reducere respectiv creștere a valorilor pe direcția orizontală. Prin înmulțirea celor două rezultate, se obține F3, coeficientul de redimensionare a zonei de calm, care urmează a fi aplicat ultimei valori din ordinea de calcul indicată, corespunzătoare variației pe înălțime.

iii) Efectul mișcării maselor de aer în proiecție planimetrică, în funcție de rotația edificiului.

De cele mai multe ori, obstacolele nu sunt amplasate ortogonal față de direcțiile vântului, și apar pe fondul construit ca fiind rotite în funcție de parametrii inițiali față de care acestea au fost concepute. Așadar se găsește necesară aplicarea unor coeficienți (factori) care se vor atribui valorilor așa cum se întâlnesc ele în tabelele preexistente, conform textelor de specialitate existente astăzi. Din păcate, variația și tipologiile de edificii

²²⁶ *Idem*, p. 73.

²²⁷ A se vedea „Tabel de calcul” din capitolul „Studiu de caz”.

²²⁸ Rogora, A., (2003), p.75.

sunt relativ reduse în raport cu necesitățile întâlnite pe diversele amplasamente. Boutet a cercetat aceste efecte pe cinci tipuri diferite de edificii, în funcție de forma în plan, și anume: clădire liniară (I), sau sub forme precum „U”, „T” sau „L”. După stabilirea proporțiilor construcției și realizarea interpolărilor corespunzătoare celor trei direcții $L \times W \times H$, este necesară determinarea valorilor pentru cazurile edificiilor cu o anumită rotație față de direcția vântului. Metoda de calcul este asemănătoare cu cea prezentată în cazul proiecției altimetrice. Singura diferență apare la momentul calculului final. Având în vedere că rotația edificiilor creează dimensiuni ale zonei de calm pe două direcții (Fig. 41a-b), coeficientul final (F_3) se va atribui fiecărei valori în parte, corespunzătoare tipului de configurație spațială și a rotației²²⁹.

- *Modalitatea de aplicare a metodologiei*

În cele ce urmează vor fi prezentate fazele determinante necesare determinării dimensiunilor zonelor de calm de vânt din jurul construcțiilor²³⁰.

1. Determinarea direcției predominante a vântului, în funcție de anotimp (vară - iarnă);
2. Determinarea dimensiunilor edificiului și subîmpărțirea, cu aproximare de ordinul metrilor în module cubice cu latura M . Solidul rezultat se va chema Solid Virtual al edificiului (SVed) și este definit de următoarele variabile dimensionale: L (lungime), W (lățime / profunzime) și H (înălțime).
3. Tabelele 20-25 relevă secvențe ale valorilor L și W , unde $H=1M$, rezultând valorile aferente profunzimii zonei de calm (P_c), direcția vântului fiind perpendiculară pe fațada corespunzătoare laturii L . Se vor alege din tabele, valorile corespunzătoare lui SVed în relație cu valorile L și W . În cazul în care L nu coincide cu valorile indicate, dar este cuprinsă între două cunoscute, se vor interpola valorile utilizând figurile corespondente lor (Fig. 30-36). Dacă valoarea W nu corespunde cu una din valorile indicate, dar este cuprinsă între două cunoscute, se vor interpola valorile utilizând Fig. 38. În cazul în care L și W depășesc

²²⁹ A se vedea „Tabel de calcul” din capitolul „Studiu de caz”.

²³⁰ Procedura de calcul și forma finală a tabelului de calcul au fost realizate prin încurajarea, implicarea activă și corecturi ale Prof. Dr. Arh. Mario Grosso de la II Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

valorile incluse în tabele, lui P_c i se va atribui dimensiunea corespunzătoare maximelor cunoscute ale variabilelor L și W .

4. Pentru a corecta valoarea P_c în funcție de înălțimea efectivă a lui $SVed$, se vor utiliza Tab. 26 și Fig. 36; astfel, lui L și W le corespund $4M$ respectiv $1M$;
5. Pentru situațiile care nu se regăsesc la punctele anterioare, se va utiliza Tabelul 19, după cum urmează:
 - » În cazurile în care va fi necesar să se calculeze dimensiunile zonelor de calm de vânt pentru edificii care se dezvoltă pe înălțime și având dimensiuni diferite de cele regăsite în Tabelele 20-26, se vor introduce coeficienți de reducere sau amplificare. Ținând cont de faptul că dimensiunea zonei de calm se modifică procentual și nu liniar în raport cu variația dimensiunii unui edificiu, metoda interpolării se dovedește a fi inefficientă. De aceea se propune o schemă de calcul, organizată sub forma unui tabel în rânduri și coloane (Tab. 19), unde se introduc variații ale dimensiunilor Solidului Virtual al edificiului ($SVed$), cele din plan orizontal (lungime - L și lățime - W) propunându-se pe direcția rândurilor, înălțimile variind pe direcția coloanelor.
 - » Se începe prin realizarea de variații simple între variabilele dimensionale atât pe orizontală cât și pe verticală, urmând ordinea indicată de săgeți (Tabel 19); mărimile introduse în tabel vor conține câte o singură valoare diferită, respectiv L sau W pe orizontală și H pe verticala tabelului; direcția săgeților indică variabilele (vertical: H , orizontal: L și W).
 - » Pentru obținerea rezultatelor finale pentru pasul următor se cere găsirea valorilor ce corespund fiecărei variații în parte, pe cele două direcții ale tabelului, în mod separat. Astfel rezultă $F1=(P_c)a/(P_c)b$, coeficientul de reducere pe înălțime; $F2=(P_c)c/(P_c)b \cdot 100(\%)$ reprezintă procentual variația lungimii și/sau lățimii. Prin înmulțirea $F1 \times F2$ se obține coeficientul $F3$, corespunzând dimensiunii zonei de calm, necesar mai departe pentru a calcula rezultatul final din tabel.
 - » Astfel, se obține valoarea $(P_c)d = (P_c)c \times F3$. Rezultatul corespunde valorii necunoscute în funcție de dimensiunile $SVed$.
 - » Atunci când direcția vântului nu este perpendiculară pe una din fațade, coeficientului final $F3$ i se vor aplica alte două variabile „ p ” (perpendicular) și „ o ” (oblic), necesare dimensionării zonei de calm care corespunde unui edificiu rotit indiferent față de direcția predominantă a vântului. Vor rezulta: $(P_c)p=F3 \times p$; $(P_c)o=F3 \times o$.

6. Valoarea finală absolută a profunzimilor zonelor de calm de vânt se va determina prin înmulțirea valorilor P_c determinate, cu valoarea atribuită dimensiunii M a modulelor Solidului Virtual al edificiului.

F	dir. ortogonală a vântului						dir. oblică a vântului	
F1=(Pc)a/(Pc)b	L	W	H	L	W	H	p	o
	(Pc)a			(Pc)d=(Pc)c*F3			(Pc)p=F3*p	(Pc)o=F3*o
	L	W	H	L	W	H		
	(Pc)b			(Pc)c				
	F2 = (Pc)c/(Pc)b*100 (%)						F3 = F1*F2	

Tab. 19 - Tabel de calcul
(Sursa: elaborat de autor)

Legendă:

	SURSA - BOUTET
	CALCULATE - INTERPOLARE LINIARĂ
	REZULTAT GRAFIC
	NESIGUR
	VALOARE MAXIMĂ

cod (LxWxH)	LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ZONA CALM
	L	W	H	Pc
1x0,125x1	1	0,125	1	2,67
2x0,125x1	2	0,125	1	3,33
3x0,125x1	3	0,125	1	4,17
4x0,125x1	4	0,125	1	5,00
5x0,125x1	5	0,125	1	5,67
6x0,125x1	6	0,125	1	6,20
7x0,125x1	7	0,125	1	6,67
8x0,125x1	8	0,125	1	7,00
9x0,125x1	9	0,125	1	7,3621
10x0,125x1	10	0,125	1	7,599
11x0,125x1	11	0,125	1	7,7553
12x0,125x1	12	0,125	1	7,831
13x0,125x1	13	0,125	1	7,8261

Tab. 20

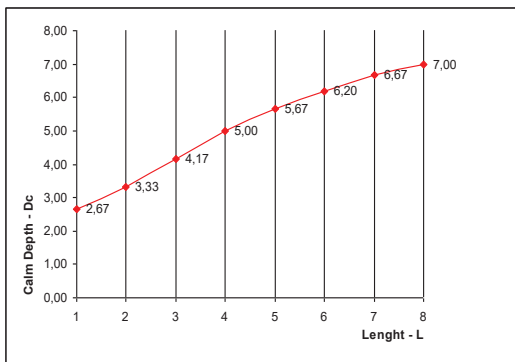


Fig. 30
(Sursa: elaborat de autor)

cod (LxWxH)	LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ZONA CALM
	L	W	H	Pc
1x0,5x1	1	0,5	1	2,40
2x0,5x1	2	0,5	1	3,00
3x0,5x1	3	0,5	1	3,75
4x0,5x1	4	0,5	1	4,50
5x0,5x1	5	0,5	1	5,10
6x0,5x1	6	0,5	1	5,58
7x0,5x1	7	0,5	1	6,00
8x0,5x1	8	0,5	1	6,30
9x0,5x1	9	0,5	1	6,6231
10x0,5x1	10	0,5	1	6,8357
11x0,5x1	11	0,5	1	6,9757
12x0,5x1	12	0,5	1	7,0431
13x0,5x1	13	0,5	1	7,0379

Tab. 21

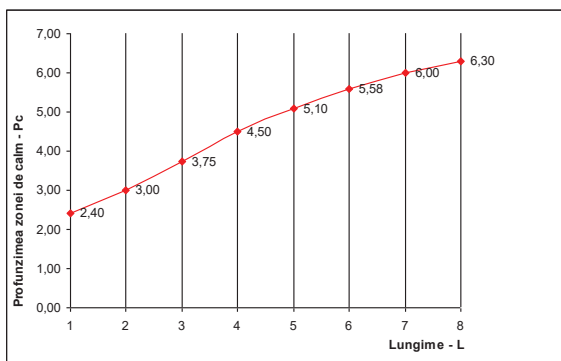


Fig. 31

(Sursa: elaborat de autor)

cod (LxWxH)	LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ZONA CALM
	L	W	H	Pc
1x1x1	1	1	1	2,00
2x1x1	2	1	1	2,50
3x1x1	3	1	1	3,125
4x1x1	4	1	1	3,75
5x1x1	5	1	1	4,25
6x1x1	6	1	1	4,65
7x1x1	7	1	1	5,00
8x1x1	8	1	1	5,25
9x1x1	9	1	1	5,5231
10x1x1	10	1	1	5,7012
11x1x1	11	1	1	5,8189
12x1x1	12	1	1	5,8762
13x1x1	13	1	1	5,8731

Tab. 22

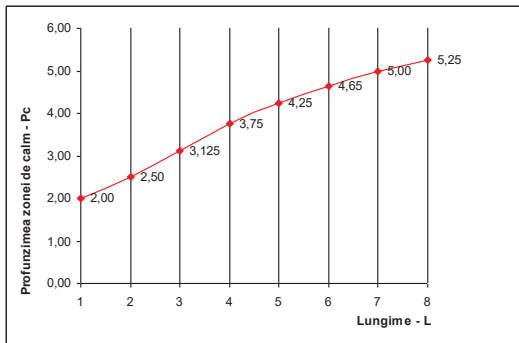


Fig. 32

(Sursa: elaborat de autor)

cod (LxWxH)	LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ZONA CALM
	L	W	H	P _c
1x2x1	1	2	1	1,60
2x2x1	2	2	1	2,00
3x2x1	3	2	1	2,50
4x2x1	4	2	1	3,00
5x2x1	5	2	1	3,40
6x2x1	6	2	1	3,75
7x2x1	7	2	1	4,00
8x2x1	8	2	1	4,20
9x2x1	9	2	1	4,4186
10x2x1	10	2	1	4,5567
11x2x1	11	2	1	4,6454
12x2x1	12	2	1	4,6847
13x2x1	13	2	1	4,6746

Tab. 23

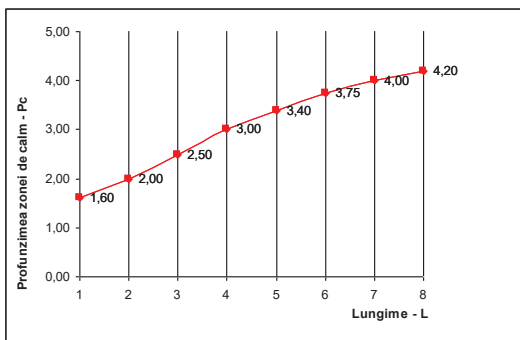


Fig. 33

(Sursa: elaborat de autor)

cod (LxWxH)	LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ȚONA CALM
	L	W	H	Pc
1x3x1	1	3	1	1,80
2x3x1	2	3	1	2,25
3x3x1	3	3	1	2,75
4x3x1	4	3	1	3,25
5x3x1	5	3	1	3,68
6x3x1	6	3	1	4,03
7x3x1	7	3	1	4,33
8x3x1	8	3	1	4,55
9x3x1	9	3	1	4,7903
10x3x1	10	3	1	4,9569
11x3x1	11	3	1	5,0761
12x3x1	12	3	1	5,1479
13x3x1	13	3	1	5,1723

Tab. 24

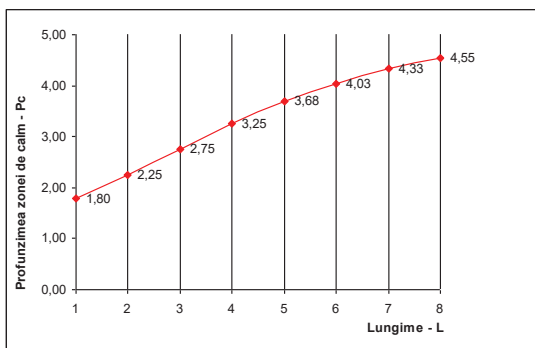


Fig. 34

(Sursa: elaborat de autor)

cod (LxWxH)		LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ZONA CALM
		L	W	H	Pc
	1x4x1	1	4	1	1,50
	2x4x1	2	4	1	1,88
	3x4x1	3	4	1	2,34
	4x4x1	4	4	1	2,75
	5x4x1	5	4	1	3,12
	6x4x1	6	4	1	3,41
	7x4x1	7	4	1	3,67
	8x4x1	8	4	1	3,85
	9x4x1	9	4	1	4,0479
	10x4x1	10	4	1	4,1792
	11x4x1	11	4	1	4,2677
	12x4x1	12	4	1	4,3134
	13x4x1	13	4	1	4,3163

Tab. 25

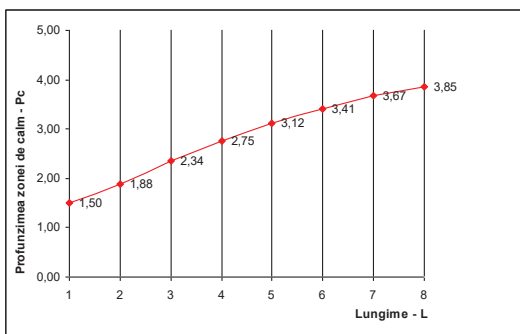


Fig. 35

(Sursa: elaborat de autor)

cod (LxWxH)		LUNGIME	LĂȚIME	ÎNĂLȚIME	ZONA CALM
		L	W	H	P _c
	4x1x1	4	1	1	3,75
	4x1x2	4	1	2	8,25
	4x1x3	4	1	3	10,25
	4x1x4	4	1	4	11,5
	4x1x5	4	1	5	12,25
	4x1x6	4	1	6	12,65
	4x1x7	4	1	7	12,95
	4x1x8	4	1	8	13

Tab. 26

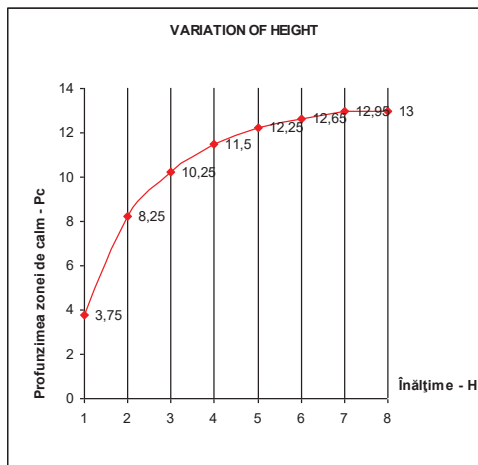


Fig. 36

(Sursa: elaborat de autor)

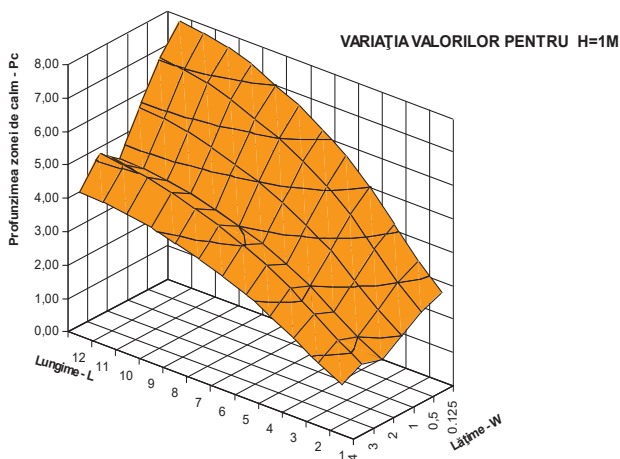


Fig. 37 – Variația valorilor pentru $H=1M$
(Sursa: elaborat de autor)

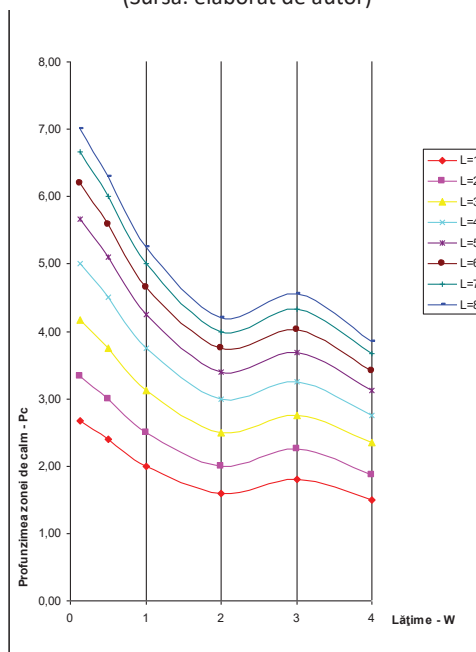


Fig. 38 – Variația dimensiunii zonei de calm de vânt în funcție de lățimea solidului virtual (Sursa: elaborat de autor)

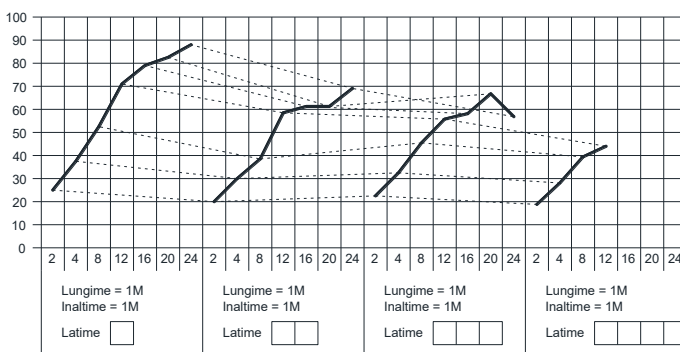


Fig. 39 - Variațiile dimensiunii zonelor de calm în raport cu lungimea și lățimea construcției, rezultă relativ constante pe ambele direcții
(Sursa: elaborat de autor)

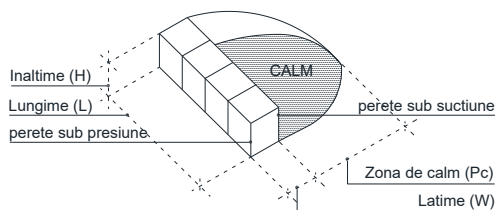


Fig. 40 – Descrierea modului supus curenților de aer
[Adaptat după Grosso, M., (2008), p.201]

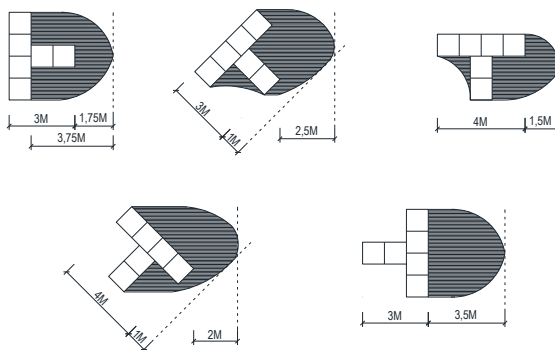


Fig. 41a – Modularea zonei de calm [Adaptat după Boutet, T., (1987), pp. 61, 62.]

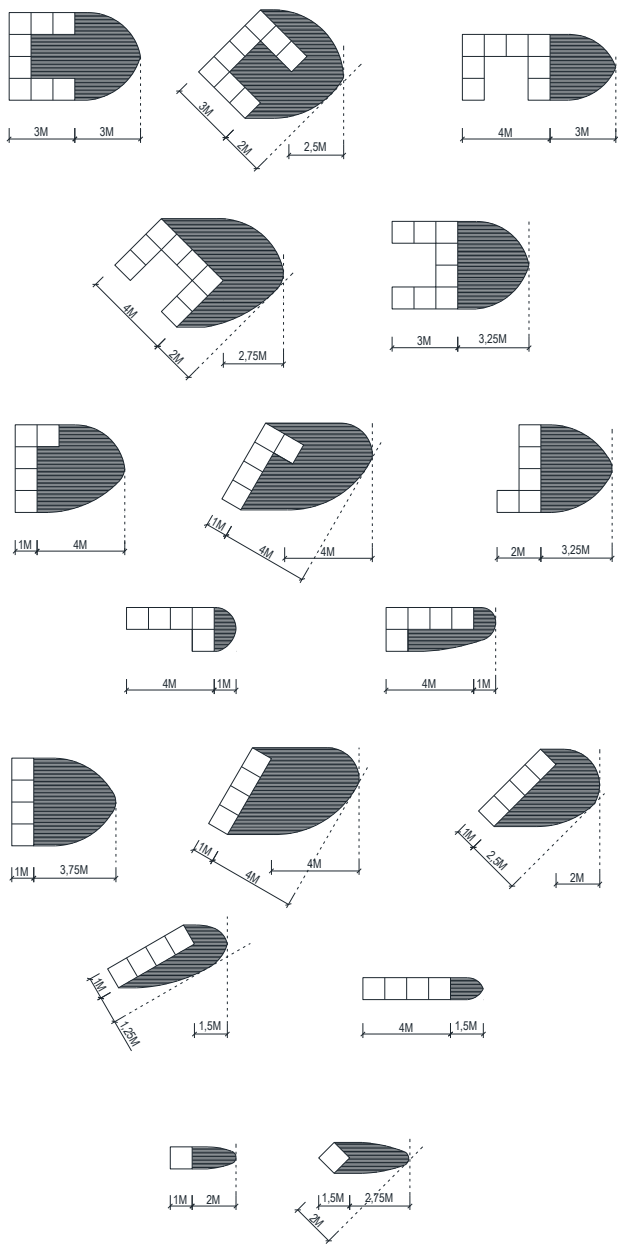


Fig. 41b – Modularea zonei de calm [Adaptat după Boutet, T., (1987), pp. 61, 62.]

Concluzii privind utilizarea metodei empirice

Așa cum s-a putut constata, metoda de analiză prezentată în prezentul studiu este empirică, apreciind calitățile spațiului din punct de vedere calitativ, și nu cantitativ. Acest lucru se datorează nivelului complex de vectori care caracterizează mișcarea dinamică a curenților de aer. Rezultatele se apreciază ca fiind pozitive din punct de vedere al gradului redus de dificultate și de timpul necesar acestui tip de abordare. Acestea oglindesc astfel o dimensionare aproximativă a unei zone cu capacități deosebite în vederea controlului microclimatic, atât a spațiilor interioare ale edificiilor, cât și ale celor exterioare. Instrumentul propus intenționează de asemenea să ilustreze limitele dimensionale ale tipologiilor de construcții și a modularilor propuse de către Terry S. Boutet. Ne aflăm astfel în fața unei metodologii de studiu care nu cuantifică din punct de vedere cantitativ dimensiuni spațiale sau valori numerice ale vitezei, intensității sau direcțiilor curenților de aer rezultați odată cu întâlnirea obstacolului.

Graficele obținute sunt mijloace de înțelegere a variațiilor valorilor de dimensionare a zonelor de calm, fiind instrumente utile în controlul spațial al tendințelor de mișcare ale curenților de aer, în raport cu modificarea proporțiilor edificiilor. Variațiile dimensiunii zonelor de calm în raport cu lungimea și lățimea construcției, rezultă relativ constante pe ambele direcții (Fig. 39).

d) Regimul vânturilor în România

Ținând cont de faptul că mișcările maselor termice de aer sunt determinate la diversele scări dimensionale ale climei, pe teritoriul României se întâlnesc doi factori majori de influență. Unul este cel al curenților atmosferici planetari care, la latitudinea țării noastre provin dinspre vest (vezi Fig. 42). Celălalt este determinat la nivelul macroclimei și topoclimei, fiind influențat fie de marile forme de relief, fie de particularități geografice provenite din diferențe de temperatură locale. În Figura 43 sunt astfel ilustrate rozele vânturilor ale principalelor stații meteorologice, remarcându-se modul în care se manifestă vânturile la scară națională. Se observă influența majoră a liniei muntoase a Carpaților, cu rol de separatoare a diverselor zone cu particularități diferite din punct de vedere a mișcării maselor de aer.

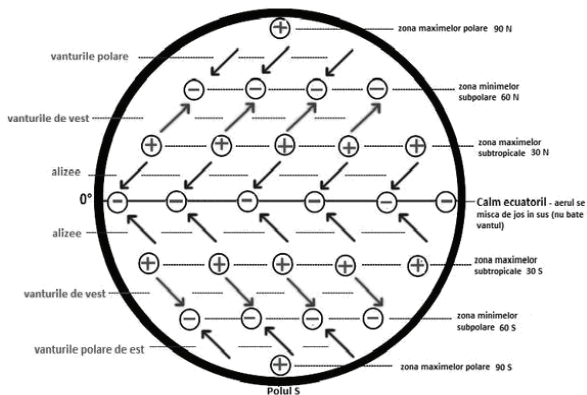


Fig. 42 – Sistemul de vânturi la nivelul planetar
[\[http://atmosfera.inviatanoastra.wikispaces.com/Presiunea+aerului+si+vantul\]](http://atmosfera.inviatanoastra.wikispaces.com/Presiunea+aerului+si+vantul)



Fig. 43 – Distribuția rozelor medii anuale pe teritoriul României
 [adaptat după Stoenescu, Ș.M., Țiștea, D., (1962), p. 152]

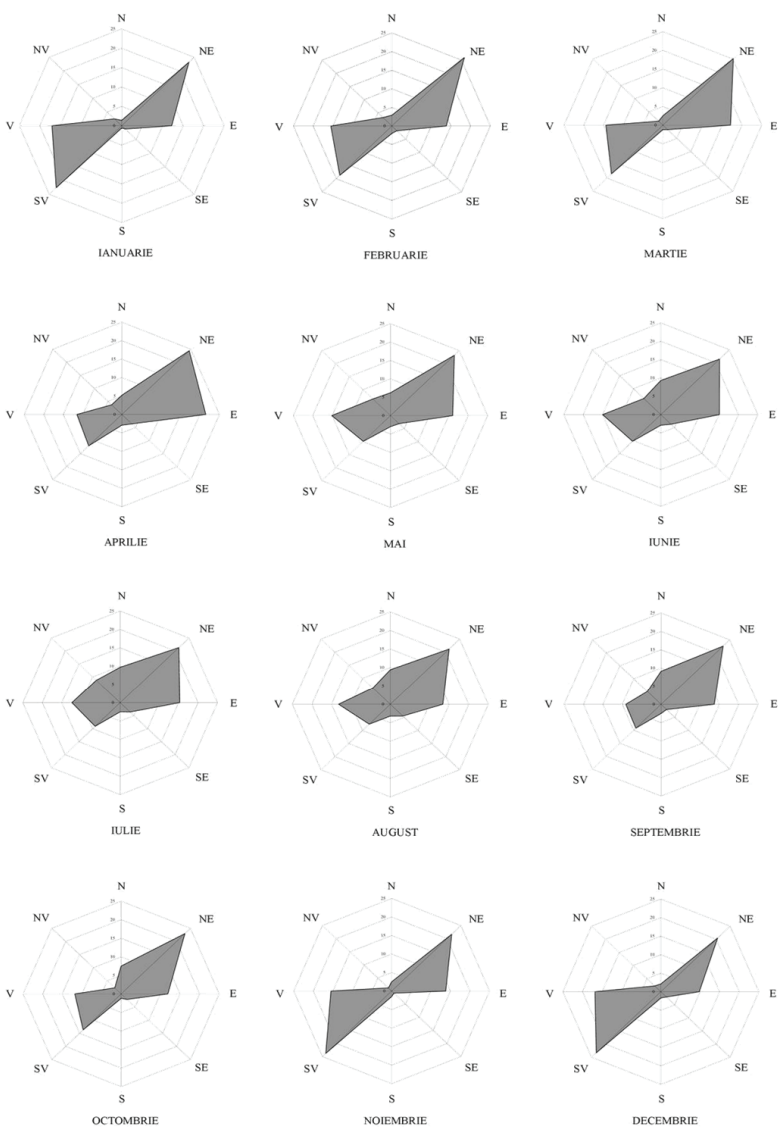


Fig. 44 – Roza vânturilor București Băneasa (valori lunare)

(Sursa: elaborat de autor - Datele au fost prelucrate cu ajutorul programului Microsoft Office Excel, pe baza datelor medii lunare înregistrate în perioada 1961-1990)

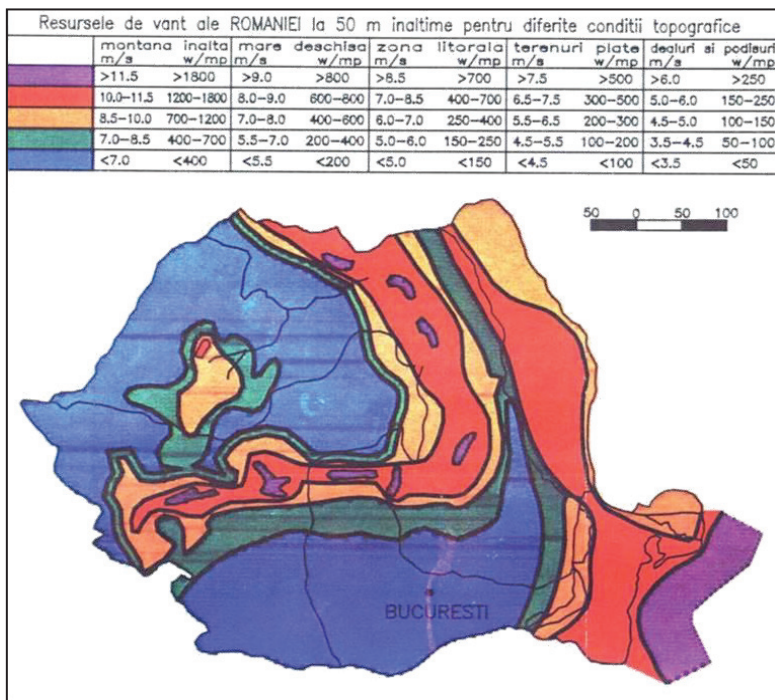


Fig. 45 – Potențialul eolian al României

[<http://energieregenerabila.net/energia-regenerabila-in-romania-1.html>]

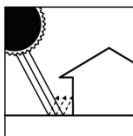
Ca atare, în interiorul arcului Carpaților se observă frecvența vânturilor de nord-est, nord-vest și de nord. În special în zonele montane, vânturile prezintă direcții paralele cu orientarea liniilor directe ale acestora²³¹. Câmpia României este străbătută de curenții de aer predominant pe axa cardinală vest-est până la apariția influențelor curburii munților Carpați care induc o orientare dinspre nord-est. În aceeași măsură, zona Dunării prezintă curenți de aer paraleli cu linia sa de scurgere, fiind așadar marcată de o influență particulară a fluviului. În zona Moldovei, datorită orientării liniei muntoase a Carpaților Orientali, teritoriul este dominat de prezența vânturilor de nord, nord-est sau nord-vest.

²³¹ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 317.

Un alt aspect important în spiritul preocupării pentru resursele energetice este potențialul eolian care depinde în cea mai mare măsură de viteza vânturilor. Astfel, în Fig. 45 sunt identificate scarar zonele cu proprietăți diferite în funcție de acest parametru.

Spre o reliefare mai coerentă și instrumentală a cercetării prin Fig. 44 exemplificăm roză vânturilor pentru stația meteorologică București Băneasa. Datele au fost prelucrate cu ajutorul programului Microsoft Office Excel, pe baza datelor medii lunare înregistrate în perioada 1961-1990.

4.2.2.5 Radiația solară



a) Definire și rol în proiectarea bioclimatică

Una dintre conotațiile arhitecturii eco-compatibile este dată în literatura internațională de specialitate de caracterul său „solar” puternic. Nu întâmplător în acest sens, adeseori întâlnim sintagma de „arhitectură solară” atribuită acestui tip de abordare. Astrul care guvernează viața pe pământ deține calitățile cele mai însemnate în ceea ce privește capacitatea de producere a energiei regenerabile, prin intermediul radiației pe care acesta o emite. Caracteristica sa radiativă ce se interpune în spectrul electromagnetic (vezi Fig. 46), pe scara razelor ultraviolete, luminoase și infraroșii permite utilizarea sa ca resursă de energie pentru funcționarea clădirilor. Se individualizează caracterul dihotomic al radiației solare prin cele două componente esențiale ale sale, energia termică și cea luminoasă. În viața omului și implicit prin asigurarea confortului necesar prin modul de funcționare a unei construcții, acestea au rolul de a atinge doi factori extrem de importanți: îndeplinirea regimului termic necesar și asigurarea iluminării naturale. Complementar, aceste trăsături se manifestă și în modul de funcționare a tehnologiilor pasive sau active dezvoltate în ultimii ani. În acest sens se remarcă diverse modalități de încălzire a spațiilor, sisteme de transformare a radiației în energie termică sau a componentei luminoase în energie electrică. Pe de altă parte faza analitică a meta-proiectului intenționează să extragă și efectele negative care pot afecta starea de confort din interiorul spațiilor.

În ceea ce privește cantitatea radiației resimțită la nivelul solului, intră în considerație trei factori care pot influența cantitatea acesteia: penetrarea straturilor atmosferice, unghiul de incidență și durata de

strălucire a soarelui, cele din urmă fiind manifestate datorită latitudinii sau topografiei locului²³². În fapt, prin prisma acestora sunt determinate tipurile și instrumentele de analiză ce urmează a fi realizate.

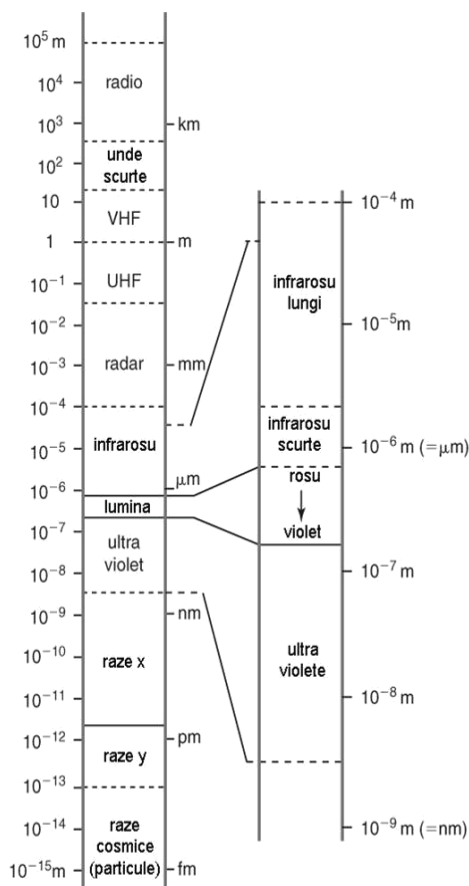


Fig. 46 – Evidențierea radiației solare pe scara spectrului electromagnetic
[adaptat după Szokolay, S., (2004), p. 9]

²³² Szokolay, S., (2006), p. 31.

b) Instrumente de analiză

Considerând cele două componente ale radiației solare amintite anterior, este de înțeles faptul că instrumentele de analiză se împart în funcție de acestea. Intensitatea radiației solare se măsoară cu ajutorul piranometrului (W/m^2) sau al solarimetrului (Wh/m^2). Valorile acestea sunt extrem de importante dacă sunt evaluate pentru fiecare tip de orientare cardinală sau spațială, în vederea stabilirii configurației anvelopantelor arhitecturale opace sau transparente, fiecare în raport cu calitățile energetice pe care le dețin în cadrul unei construcții, sau a verificării utilității unor sisteme active de producere a energiei termice/electrice. Astfel se pot evalua strategiile de definire a ansamblului spațial prin aplicarea sau nu a anumitor măsuri tehnico-arhitecturale.

„Radiația globală” (G) reprezintă suma radiației solare directă și difuză pe o suprafață orizontală²³³, după formula: $G = G_b + G_d (+G_r)$ ²³⁴. Valorile măsurate se iau în calcul în funcție de media lunară respectiv de orarul zilnic.

„Radiația solară directă” (G_b) este componenta care atinge suprafața fără a întâlni obstacole, fiind însă influențată de unghiul de incidență și de anumite caracteristici ale componentelor atmosferei. În schimb, „radiația difuză” (G_d) este parte a radiației termice, receptată prin transmisia difuză pe o anumită suprafață prin straturile atmosferei ce obținează razele directe ale soarelui. Suplimentar, atunci când radiația globală nu se măsoară pe o suprafață orizontală, în calcul intervine „radiația reflectată” (G_r) ce provine prin reflexie de la suprafețele înconjurătoare, în funcție de context. Astfel, diverse tabele pot furniza date pentru suprafețe având diverse orientări.

Un parametru important pentru domeniul proiectării de arhitectură este „durata de strălucire a soarelui”, în strânsă legătură cu nebulozitatea, ce constă în media anuală a orelor în care soarele este vizibil pe bolta cerească. Acest parametru este important pentru agricultură, sănătate prin stabilirea potențialului climatoterapeutic²³⁵, dar și pentru domeniul construcțiilor. Astfel este posibilă evaluarea potențialului de utilizare a panourilor solare heliotermice sau fotovoltaice, fructificând energia inepuizabilă solară.

²³³ Văduva, I., (2008), p. 46.

²³⁴ Szokolay, S., (2004), p. 44.

²³⁵ Văduva, I., (2008), p. 91.

În strânsă relație cu radiația solară, în vederea aprecierii cât mai precise a impactului acesteia pe suprafețele considerate, este necesară aprecierea orară a geometriei aparente a soarelui. *Analemma* este instrumentul care stabilește modul de concordare al acestora.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

c.1.) Ecuția timpului; *Analemma*²³⁶

Dorind o raportare la caracteristica temporală a unui spațiu, se va introduce în cele ce urmează, un alt aspect studiat îndelung de către astronomi. Se va face referire la „ecuția timpului”, o reprezentare a diferenței dintre ora solară a unui loc și cea convențională, cunoscută sub denumirea de „ora locală”. Această valoare este de mare importanță în contextul actual, ținând cont de faptul că astăzi, reperul principal al timpului nu mai este poziția soarelui, ci ora convențională. Noul sistem referențial a fost introdus cu scopul de a ordona într-un ritm constant ciclul produs prin mișcarea aparentă și variabilă a soarelui pe sfera celestă. Ecuția timpului se determină prin suprapunerea grafică a ecuațiilor rezultate din cele două mișcări simultane ale Pământului: mișcarea de revoluție (în jurul soarelui) și cea de rotație (în jurul axei sale). Valorile celor doi parametri sunt variabile întrucât, pe de o parte, traseul planetei noastre nu este parcurs cu o viteză constantă, descriind o elipsă în care soarele este descentrat față de centru (vezi Fig. 48) și, pe de altă parte, deoarece axa globului pământesc prezintă o înclinație de aproximativ 23,45° în raport cu planul elipsei, „accident” responsabil pentru apariția solstițiilor și echinocțiilor, deci a anotimpurilor (vezi Fig. 47). Rezultatul coroborării celor două curbe caracteristice sunt apoi reprezentate suprapus (Fig. 49) și însumat (Fig. 50). În final, așa cum este înțeleasă astăzi noțiunea de *analemma*, găsim reprezentat graficul ecuației timpului pentru o anumită oră a zilei, în orice perioadă a anului (vezi Fig. 51). Această reprezentare este utilizată în paralel cu diagramele solare pentru a controla poziția astrului solar prin raportare directă la ora convențională locală. Astăzi se pot întâlni numeroase cadrane solare cărora le este atașată o astfel de diagramă.

²³⁶ Fragment extras din: Armenciu D. (2011), pp. 73, 74.

— (Et_i) - Ecuatia timpului datorată înclinăției axei pământului (23,45°)

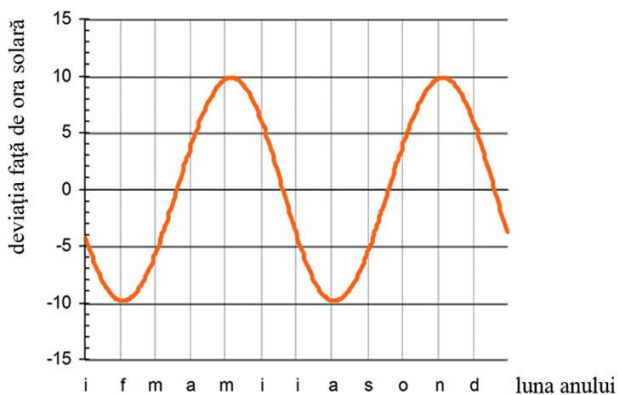


Fig. 47

(Sursa: elaborat de autor)

— (Et_e) - Ecuatia timpului datorată excentricității soarelui față de ecliptică

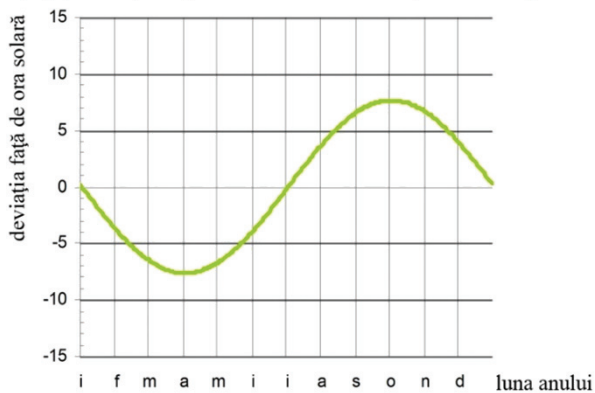


Fig. 48

(Sursa: elaborat de autor)

- (Et_i) - Ecuația timpului datorată înclinației axei pământului (23,45°)
- (Et_e) - Ecuația timpului datorată excentricității soarelui față de ecliptică

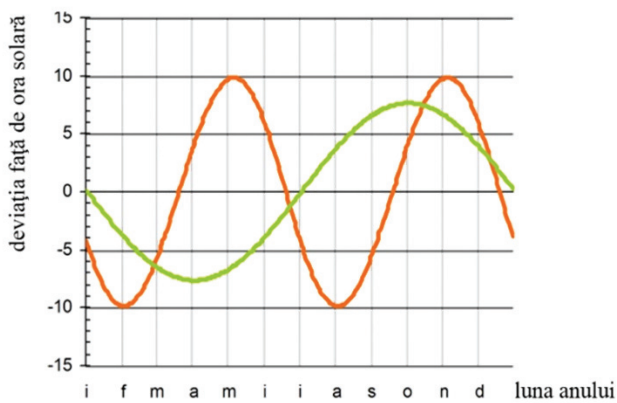


Fig. 49

(Sursa: elaborat de autor)

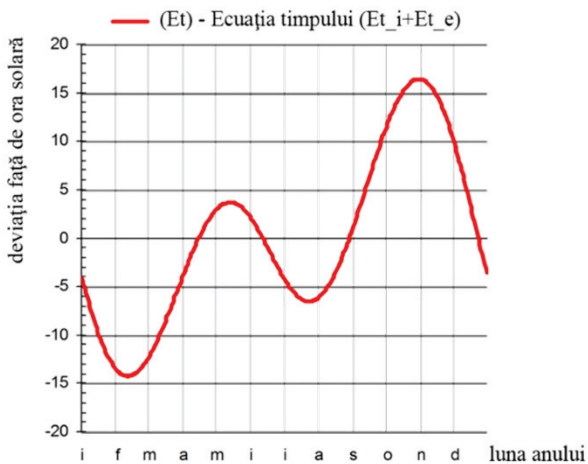


Fig. 50

(Sursa: elaborat de autor)

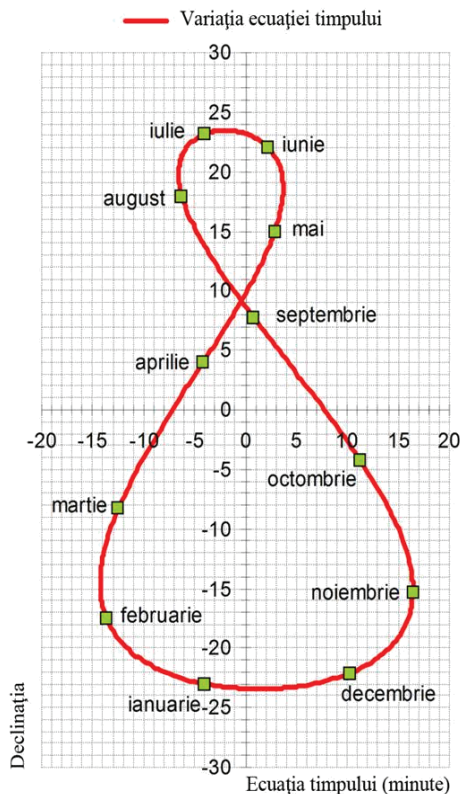


Fig. 51 - Analemma
(Sursa: elaborat de autor)

c.2.) Analizele geometriei aparente a mișcării soarelui

Astăzi se cunosc diverse modalități de reprezentare a poziției soarelui pe bolta cerească în anumite momente, fiecare în parte putând fi utilizată în funcție de cerințele care particularizează studiul. Se cunosc trei modalități principale de reprezentare, care diferă în funcție de planul de proiecție: proiecția planimetrică, proiecția polară și cea de tip cilindric. Pe lângă acestea, tehnologia modernă a adus în discuție realizarea unor instrumente de reproducere artificială a bolții cerești, pe baza cunoașterii geometriei dinamicii solare putându-se realiza simulări pe machete la diverse scări de studiu. Mario Grosso clasifică tipurile de proiecție grafică din punct de vedere:

- sincron, ce analizează dinamica umbrelor pe o suprafață,
- diacronic, ce se raportează la un anumit punct analizat în raport cu poziții cheie ale soarelui pe bolta cerească²³⁷.

c.2.1.) Modelul sincron - proiecția planimetrică (gnomonică)²³⁸

Este cel mai vechi tip de proiecție, fiind realizat pe principiul cadranelor solare. În același timp reprezintă și un instrument grafic ce facilitează orientarea. Astfel, prin trasarea unui cadran solar pe o suprafață orizontală pot fi determinate axele cardinale, aspect deosebit de important, relevant și pentru multe dintre vechile civilizații. Concluzia studiilor este că linia echinoctiilor devine o dreaptă perpendiculară pe linia meridiană, axa nord-sud, în timp ce toate celelalte trasee imprimă, pe planul de proiecție, linii curbe sub forma unor parabole, având la extremități solstițiile (vezi Fig. 52). Studiul de caz²³⁹ propus în Fig. 52 are intenția de a ilustra grafic traseele pe care le marchează un element vertical de lungime dată (H gnomon), pe o suprafață orizontală, adaptat coordonatelor geografice ale municipiului București. Se ține cont de faptul că fiecărei latitudini îi corespunde un astfel de cadran solar, intervenind modificări de formă în reprezentarea umbrei pe sol, în diferite momente ale anului. Astfel, folosirea acestui model urmărește simplificarea calculului grafic de trasare a umbrelor pe care edificiile le creează în jurul lor.

Cel mai simplu mod de folosire al acestui tip de analiză sunt planșetele prevăzute cu cadran solar (meridiana), pe principiul proiecției planimetrice folosind un gnomon, în acest fel putând fi ușor controlată orice situație de poziționare în raport cu ora și ziua calendaristică (Fig. 53). Simpla montare a acesteia pe macheta de studiu și orientarea sa după direcția soarelui aplică asupra modelului tridimensional o transpunere geometrică în anumite condiții de însorire. Odată cu dezvoltarea proiectării BIM, cu softuri care au capacitatea de a integra extrem de fidel volumul virtual al unei construcții în coordonate geografice precise, acest tip de studiu a încetat să mai fie folosit.

²³⁷ Grosso, M., (2008), pp. 179-191.

²³⁸ Fragment extras și adaptat din: Armenciu D. (2011), p. 74.

²³⁹ Imaginile prezentate la figurile 44-49 au fost realizate prin intermediul programelor de operare Autodesk AutoCad și Microsoft Office Excel 1997. S-au utilizat formule și proceduri de calcul după următoarele referințe bibliografice: Armellini 1941; Garg 1982; Grosso 1986; Vinaccia 1939.

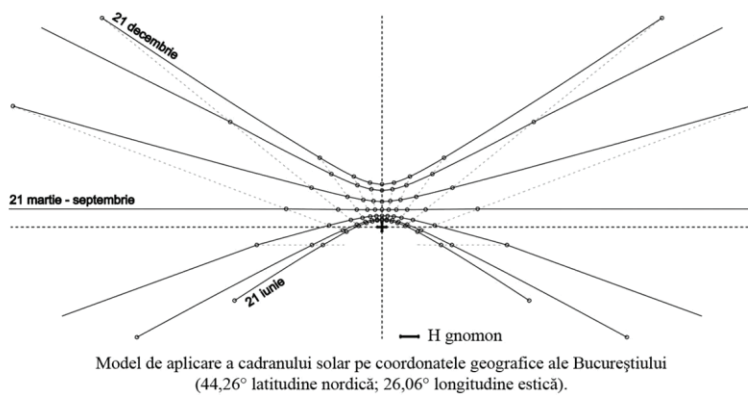


Fig. 52 – Meridiana solară
(Sursa: elaborat de autor)

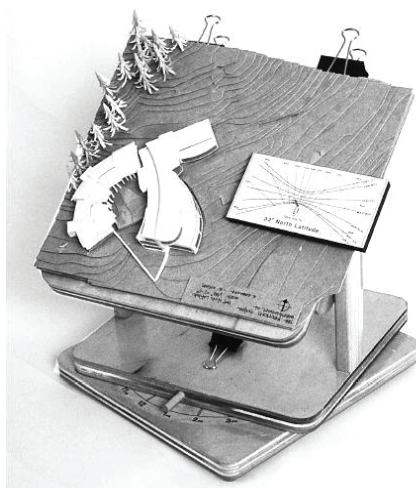


Fig. 53 – Utilizarea meridianei [Lechner, N., (2001), p. 137]

c.2.2.) Modelul diacronic - proiecția polară

Tipul de proiecție polară este cu siguranță cel mai răspândit mod de reprezentare în studiile actuale de însorire. În cadrul acestei tipologii se deosebesc trei modalități de proiecție: sferică, echidistantă, stereografică (centrală). Prin diagramele ilustrate în Fig. 54 se prezintă diferențele între acestea pentru un același amplasament. În cazul de față au fost preluate coordonatele municipiului București ($44^{\circ}26'N$; $26^{\circ}06'E$). Se observă că pentru această latitudine proiecția echidistantă oferă gradul de citire cel mai clar, datorită modului cel mai degajat de distribuire a traiectoriei soarelui. Din gama aceluiași tip de proiecție se mai întâlnesc fotografiile sferice (*fisheye*) realizate cu obiectivul superangular.

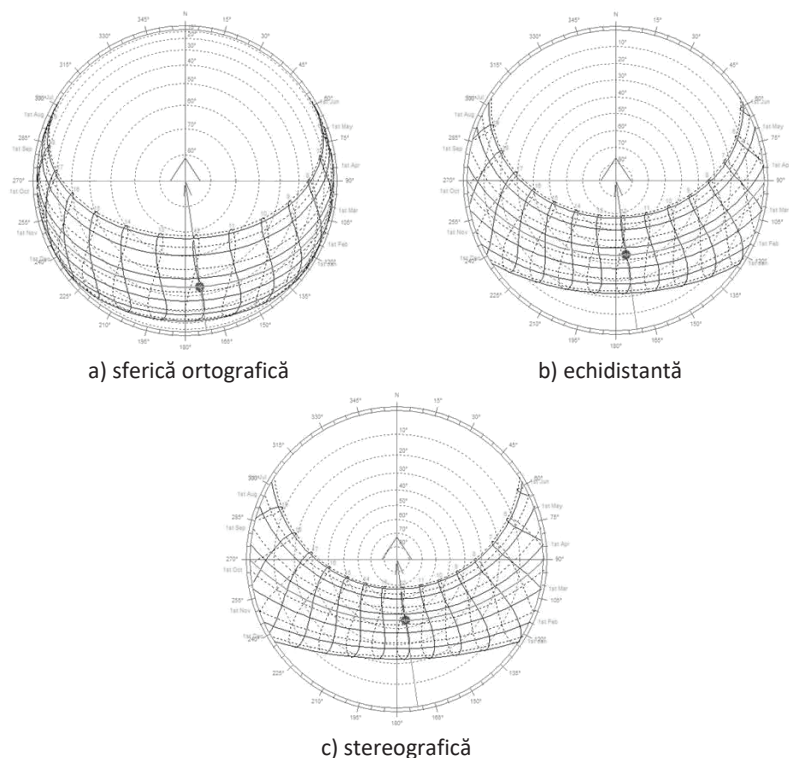
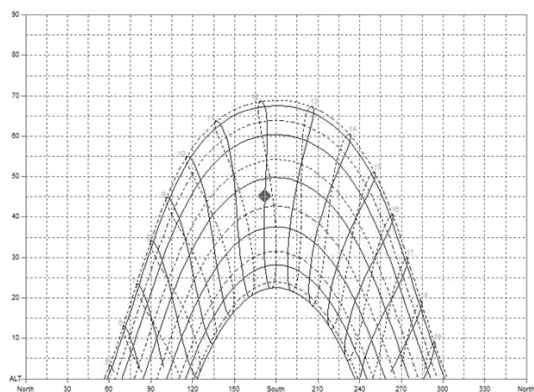


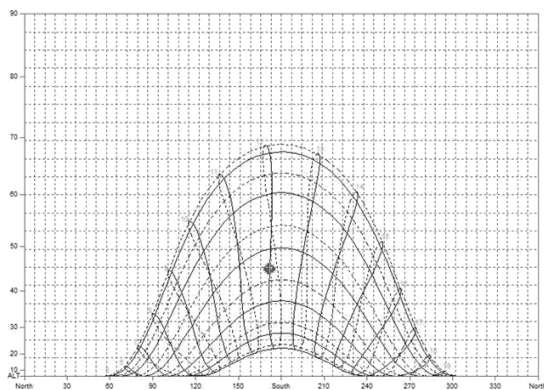
Fig. 54 – Tipurile de proiecție polară, aplicate pentru coordonatele geografice ale municipiului București, ora locală 12:00, utilizând programul Autodesk Ecotect – Solar Tool, variantă educațională oferită de platforma Autodesk.

c.2.3.) Modelul sincron - Proiecția de tip cilindric

Având același rol grafic, după acest tip de proiecție s-au dezvoltat la rândul său două modalități diferite de reprezentare: proiecția cilindrică ortografică și diagrama Waldram. Deși modalitatea sa de obținere se face în baza unei jumătăți de sferă, datorită modului său de reprezentare, lucrarea de față o include la această categorie.



a) cilindrică ortografică



b) diagrama Waldram

Fig. 55 – Tipurile de proiecție de tip cilindric, aplicate pentru coordonatele geografice ale municipiului București, ora locală 12:00, utilizând programul Autodesk Ecotect – Solar Tool, variantă educațională oferită de platforma Autodesk.

c.2.4.) Modelul sincron - masca de umbră

Folosite ca instrumente de evaluare și proiectare, diagramele solare devin suportul măștii de umbră a unui punct particular, esențial pentru determinarea observațiilor ce caracterizează un anumit loc. Urmând modelul proiecțiilor analizate până acum, prin suprapunere peste acestea se realizează masca de umbră. Este importantă specificarea faptului că acest tip de analiză se realizează punctual, nefiind în măsură să imprime o situație de dinamică a umbrelor pe un anumit amplasament, precum este cazul proiecției gnomonice. Alegerea punctelor în vederea reprezentării sale grafice face obiectul analizei proiectantului, în vederea obținerii unor date necesare pentru ulterioare alegeri de configurație tehnologico-arhitecturală. Masca de umbră este necesară atât studiilor de însorire în vederea evaluării prezenței radiației solare directe cât și a componentei luminoase, indiferente de poziția soarelui pe boltă. Astfel, în același sistem de proiecție ales și pentru diagramele solare, se reproduc siluetele obstacolelor prezente în jurul punctului de studiu.

c.2.5.) Modele de cer virtual

Din necesitatea de a analiza cât mai precis comportamentul spațiilor/construcțiilor în raport cu dinamica mișcării aparente a astrului solar, s-a recurs la realizarea diverselor instrumente. Acestea pot atinge diverse dimensiuni, în funcție de gradul de importanță a proiectului. Sunt instrumente de studiu mult mai complexe dar în același timp presupun rezultate analitice superioare, fac obiectul activității unor institute de cercetare specializate. Cel mai răspândit dintre acestea se dovedește a fi heliodonul. Un sistem mult mai sofisticat dar și mai exact de simulare este reprezentat de instalația denumită „modelul cerului”. Astfel, pe o emisferă sunt montate reflectoare egal distanțate între ele, care se aprind sau nu în funcție de opțiunea dorită, simulând atât condiții de însorire cât și de cer acoperit. Deoarece unele dintre acestea presupun eforturi financiare considerabile, utilizarea lor este destinată unor investiții de o importanță superioară.

c.3) Analize de estimare a iluminării naturale

c.3.1.) Modele de cer virtual

Precum au fost prezentate și anterior în cazul studiilor de însorire, anumite modele de cer virtual permit și posibilitatea de a estima

componenta luminoasă a radiației solare. O serie de programe asistate de computer înlesnesc de asemenea evaluarea acestor valori.

c.3.2.) *Nomograma*

Un instrument extrem de simplu pentru evaluarea estimativă a luminii naturale este nomograma. Acesta apare în lucrarea lui Victor Olgyay²⁴⁰, fiind rezultatul împărțirii calotei semisferice în cinci sute de pătrate, centrul fiecăruia fiind reprezentat de un punct. În urma îmbunătățirii acestei tehnici, varianta ilustrată în Figura 56 deține o mie de puncte. Gradul de iluminare este distribuit neuniform, în partea superioară a bolții punctele fiind mult mai dese. Aceasta se suprapune pe masca de umbră considerată într-un punct ce trebuie să îndeplinească anumite condiții particulare de iluminare. Prin înmulțirea cu valoarea „patru” a punctelor neacoperite de masca de umbră se obține estimarea numărului de lucși prezenți în încăpere.

Fiind un instrument estimativ, alte tehnologii de nouă generație au îmbunătățit mult calitatea de apreciere a valorilor de iluminare din spațiile proiectate.

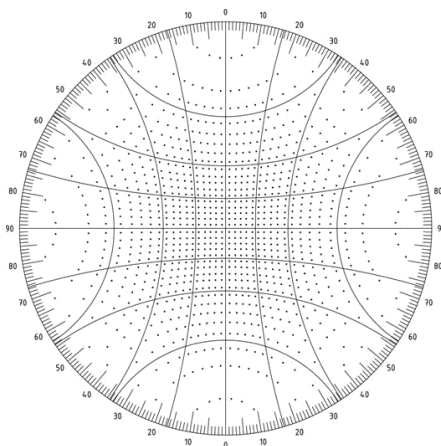


Fig. 56 – Nomograma de calcul a iluminării
(Sursa: Departamentul de Științe Tehnice, UAUIM)

²⁴⁰ Olgyay, V., (1963), p. 38.

c.3.3) Programe asistate de Computer

O serie de programe asistate de tehnologia IT este în măsură să evalueze nivelul intensității luminoase încă din faza de proiectare, la niveluri de precizie foarte ridicate. Acestea sunt în măsură să conducă la forme de analiză în diverse stadii, pornind de la cele la scara urbană, până la stabilirea detaliilor arhitecturale de iluminare naturală sau artificială. Se ține astfel cont de valorile fizice ale radiației solare globale ale amplasamentului, formele implicate, precum și valorile de reflexie ale materialelor incluse în calcul. Sunt cunoscute astfel de soft-uri precum: Radiance, Luminance, Rayfront ș.a.. În plus, programele asistate de calculator care sprijină proiectarea BIM integrează din ce în ce mai mult elemente de calcul sau subprograme menite să ofere o modelare în timp real în raport cu parametrii necesari de calcul.

c.4) Diagrame de calcul a radiației solare

În acest caz, pentru o mai simplă determinare a radiației solare se folosesc diagrame pentru suprafețe orizontale, verticale sau pentru normala acestora. Aceasta se suprapune peste diagrama solară echidistantă, astfel, identificându-se valorile pentru un anumit moment din zi/an, a soarelui pe boltă.

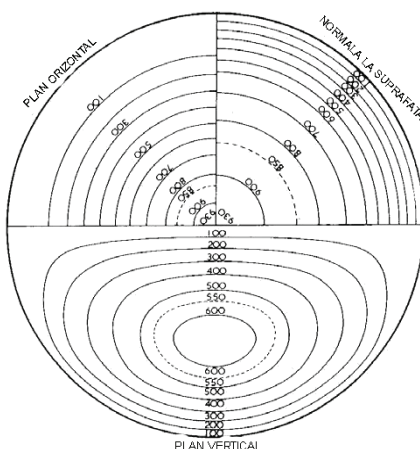


Fig. 57 – Diagramă de calcul a radiației solare directe
[adaptată după Rogora, A., (2003), p. 38]

c.5) Factorul de umbrire²⁴¹

Un aspect important al analizelor de evaluare a radiației solare în raport cu obiectul de arhitectură este estimarea modului în care aceasta trece printr-o suprafață transparentă, accesând spațiile interioare. Factorul de umbrire reprezintă coeficientul care determină acea parte a radiației solare care este reținută de alte elemente, înainte de a atinge suprafața ferestrelor. Valoarea acestuia variază între 0 și 1 și se calculează după formula:

$$F(S) = I(s,ps) / I(s)$$

unde: $I(s,ps)$ este radiația solară totală primită de suprafața receptoare cu umbriri permanente pe durata sezonului de încălzire; $I(s)$ este radiația solară totală pe care ar primi-o suprafața receptoare în absența umbririi. ²⁴²

Obiectele care pot determina umbrirea elementelor constructive supuse analizelor pot fi: clădiri învecinate, subansambluri constructive ale aceleiași clădiri, retragerea elementului vitrat față de planul exterior al fațadei, elemente naturale/topografice.

Se manifestă diverse tipuri de calcul a factorului solar, utilizând metode analitice sau grafice. Cele din urmă pot fi la rândul lor cu caracter sincron sau diacronic, în funcție de modul de abordare a suprafeței studiate, fie utilizând programe specializate de calcul, fie prin intermediul măștilor de umbră sau metode grafice simplificate²⁴³.

d) Radiația solară în România

Analizând valorile radiației termice înregistrate pe parcursul unui an, se remarcă faptul că acestea ating valorile minime în luna decembrie iar maximele în iunie. Aceste aspecte sunt în strânsă corelare cu mișcarea aparentă a soarelui pe boltă, în condițiile în care cele două solstiții confirmă din punct de vedere geometric raportul cu suprafața terestră. Pe perioada unei zile medii considerate, variația radiației globale are o evoluție

²⁴¹ Factorul de umbrire este detaliat în SR EN ISO 13790, anexa H.

²⁴² Indicativ Mc 001/2-2006

²⁴³ Raimondo, L., *Potenziale di raffrescamento da schermatura*, în Grosso, M., (2008), pp. 380-388.

crescătoare până la momentul prânzului solar (ora 12 solară). Totuși, studiind datele din punct de vedere al simetriei orare, se remarcă faptul că în cursul dimineții valorile sunt superioare datorită clarității atmosferice²⁴⁴ (vezi Fig. 58). La nivel național, radiația solară directă are valori maxime cuprinse între 426 W/m² (Timișoara) și 621W/m² (Constanța) în luna decembrie, respectiv între 670W/m² (Deva) și 796W/m² (Constanța) în iunie²⁴⁵. Se remarcă faptul că stația meteorologică de la Constanța înregistrează cele mai mari valori medii anuale. În cazul radiației difuze, se observă valori medii maxime în intervalul 105W/m² (Craiova) - 137W/m² (Poiana Brașov) pentru cazul anotimpului rece și între 258W/m² (Constanța) și 363 W/m²(Poiana Brașov)²⁴⁶. Datorită altitudinii și a elementelor din jur se remarcă faptul că cele mai mari valori se înregistrează la Poiana Brașov.

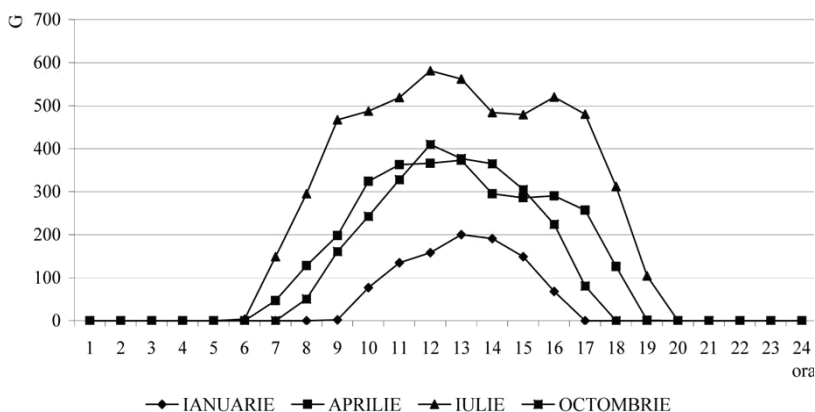


Fig. 58 – Radiația solară globală pentru București.
Datele climatice au fost preluate de pe platforma EnergyPlus.
(Sursa: elaborat de autor)

²⁴⁴ Văduva, I., (2008), p. 42.

²⁴⁵ Văduva, I., (2008), p. 42.

²⁴⁶ Văduva, I., (2008), p. 45.

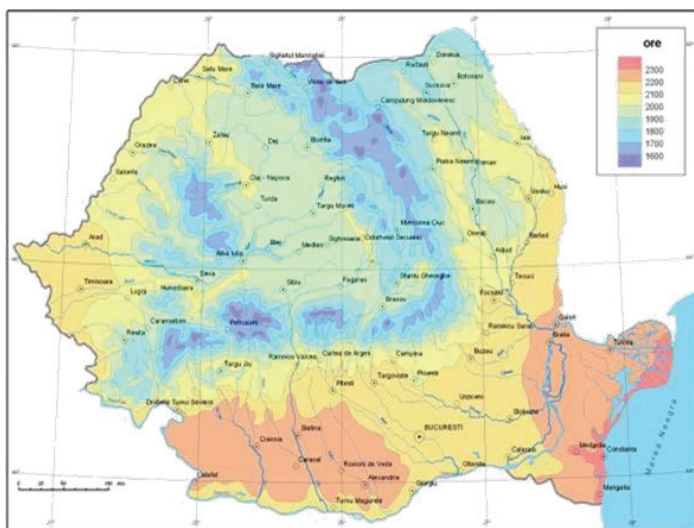


Fig. 59 – Durata medie anuală de strălucire a soarelui (1961-2000) [Agenția Națională de Meteorologie - <http://www.meteoromania.ro/index.php?id=488>]

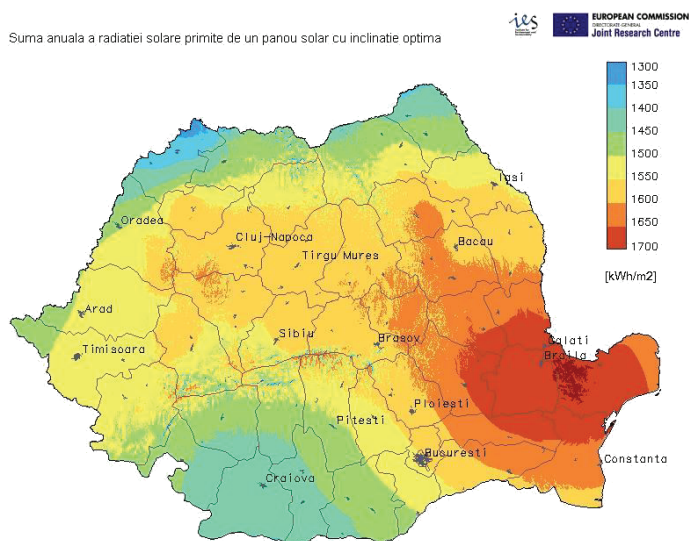


Fig. 60 – Valoarea medie anuală a radiației solare primite pe un panou solar cu înclinare optimă [www.solarcom.ro]

4.2.2.6 Nebulozitatea



a) Definire și rol în proiectarea bioclimatică

În strânsă relație cu variația radiației solare este nebulozitatea. Aceasta reprezintă gradul de acoperire a bolții cerești cu nori și se raportează la perioade de timp lunare sau anuale. Este direct proporțională cu valorile umidității și invers proporțională cu temperatura și durata de strălucire a soarelui²⁴⁷. Printre factorii de influență care determină condițiile formării norilor sunt relieful, prezența unor bazine hidrologice, mișcarea curenților atmosferici. Un aspect important relatat în literatura de specialitate meteorologică este conținut de influența mediului urban, particularizat prin nivelul ridicat de poluare care atrage după sine un grad superior de condensare²⁴⁸, conducând astfel la crearea maselor de nori. În funcție de climă, se remarcă și anumite calități termice ale atmosferei care variază în funcție de densitate, nivelul de umiditate, deci implicit și de nivelul nebulozității. În acest sens, Lechner identifică influența acestora în variațiile termice între zi și noapte datorate acestor elemente²⁴⁹.

În proiectarea de arhitectură, măsurarea nebulozității este necesară, alături de considerarea radiației solare și a duratei de strălucire a soarelui, în vederea evaluării diverselor strategii posibile de funcționare energetică a unei construcții. Astfel, se pot lua în considerare diverse principii de proiectare bioclimatică care implică utilizarea, în primul rând a calităților radiative ale energiei solare, atât drept componentă luminoasă cât și termică.

b) Instrumente de analiză

În meteorologie se iau în considerare valorile ce corespund nebulozității superioare și inferioare și nivelului altitudinal al acestora. Astfel, delimitarea dintre cele două se face în jurul pragului de 2000m altitudine. Vorbim de nebulozitate totală făcând referire la totalitatea norilor percepuți pe boltă²⁵⁰. Diverse surse menționează evaluarea

²⁴⁷ Văduva I., (2003), *Apud*. Văduva, I., (2008), p. 111.

²⁴⁸ Sandu, I., *Coord.* - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), p. 227.

²⁴⁹ Lechner, N., (2009), p. 71.

²⁵⁰ Sandu, I., *Coord.* - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), p. 227.

nebulozității în valori de optimi. Totuși, majoritatea literaturii de specialitate o exprimă în zecimi de boltă cerească acoperită, pe o scară de la 0/10 reprezentând cerul senin, la 10/10, corespondentul unei acoperiri totale. Pentru simplificare, se poate acorda o evaluare pe scară 1-10. Aprecierea zilelor din punctul de vedere al nebulozității se poate clasifica după următoarele valori: zile senine (0-3,5), noroase (3,6-7,5) și acoperite (7,6-10)²⁵¹.

Un instrument extrem de util, strâns relaționat cu nebulozitatea totală, este raportul dintre „numărul zilelor senine” respectiv cel al „zilelor acoperite”.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

În cadrul metodologiei propuse, datele nebulozității se introduc în diagramele de procedură ale meta-proiectului în acord cu anexele studiului de față. Rezultatele meteorologice se evaluează în acord cu valorile umidității relative a aerului și a radiației solare.

Analizele ce folosesc modelele de cer virtual pot introduce, pe lângă alte date conexe, inclusiv valorile medii ale nebulozității pentru anumite momente din an, în vederea utilizării acestora pentru definirea proiectului de arhitectură.

d) Nebulozitatea în România

În cazul țării noastre, nivelul nebulozității totale se dovedește a fi variabil, nu doar de la o regiune climatică la alta ci și între diversele luni ale anului, manifestându-se valori maxime în luna decembrie și minime în august²⁵² (vezi Fig. 61). În lucrarea sa, Văduva citează câteva localități unde se înregistrează minimele și maximele naționale, de aici reieșind faptul că cea mai mare parte a Transilvaniei, nordul Moldovei, polurile mari urbane (București și Iași) sunt cel mai mult acoperite de masele de nori, pe când zonele Deltei Dunării și a Mării Negre se prezintă la polul opus²⁵³ (vezi Fig. 63-64). Pentru zone cu altitudini mai înalte se întâlnește o a doua serie de valori maxime/minime, astfel că Podișul Transilvaniei și Maramureșul prezintă limitele sale în aprilie respectiv martie, Subcarpații getici în

²⁵¹ Povară, I., (2006), p. 135.

²⁵² Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 227.

²⁵³ Văduva, I., (2008), pp. 111,112.

februarie-martie respectiv ianuarie²⁵⁴. Numărul zilelor senine și al celor acoperite la nivelul țării, sunt grafic ilustrate în Figura 61.

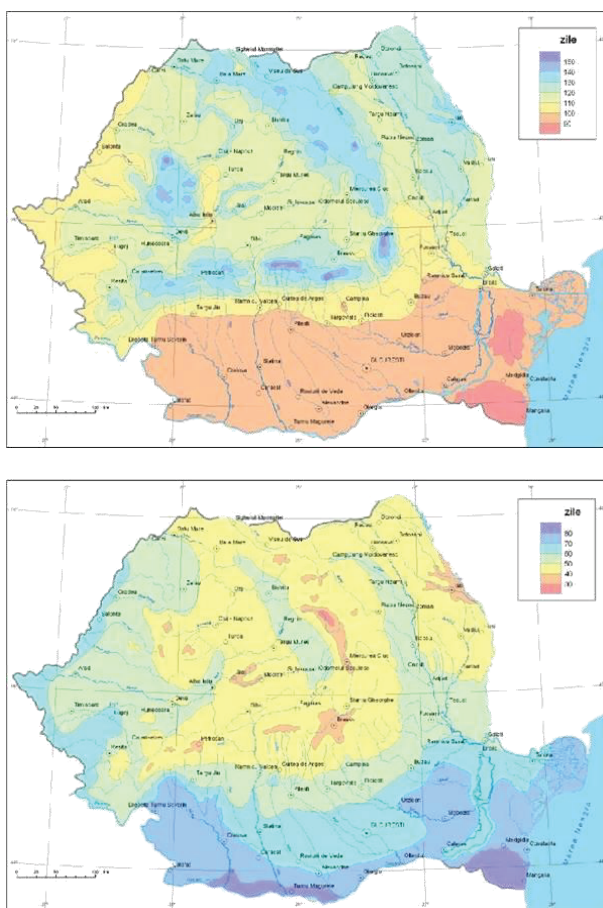


Fig. 61 – Numărul mediu anual de zile senine/acoperite, la nivel național, în raport cu nebulozitatea totală
[Agenția Națională de Meteorologie]

²⁵⁴ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 227.

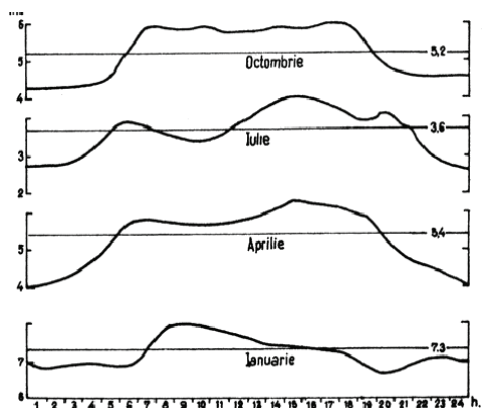


Fig. 62 – Regimul diurn al nebulozității la stația București Băneasa
[Dumitrescu (1973), *Apud*, Povară, R., (2004), p. 136]

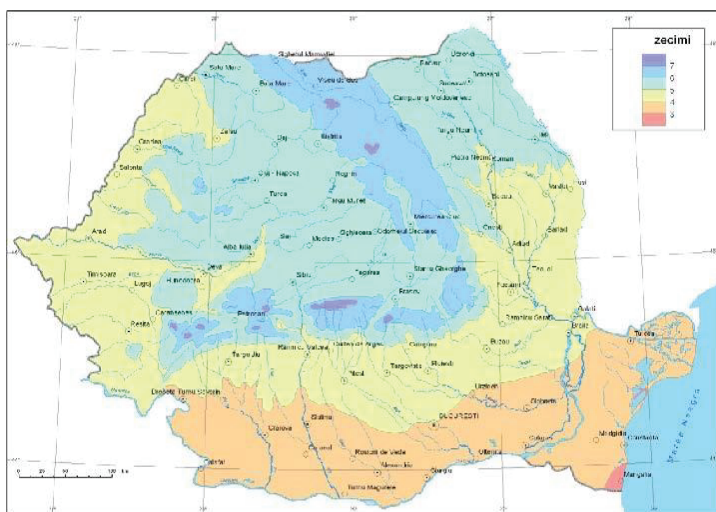


Fig. 63 – Valorile medii ale nebulozității la nivel național, în luna iulie
[Agenția Națională de Meteorologie]

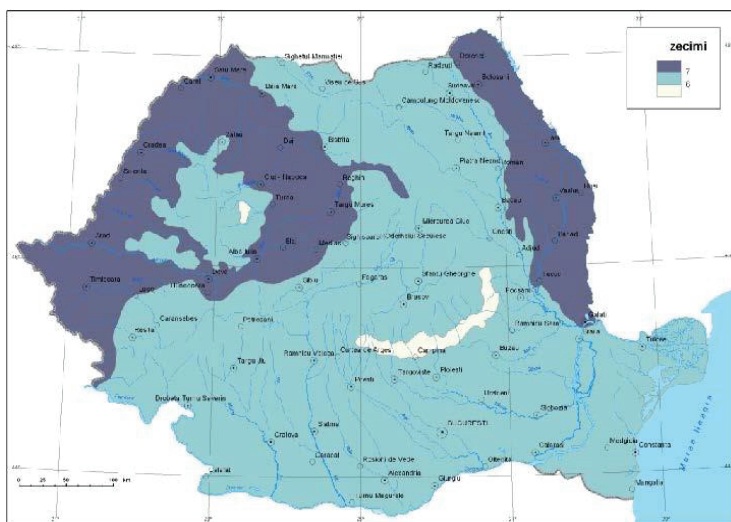
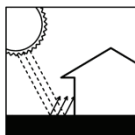


Fig. 64 – Valorile medii ale nebulozității la nivel național, în luna ianuarie
[Agenția Națională de Meteorologie]

4.2.2.7 Albedoul și caracteristicile solului



a) Definire și rol în proiectarea bioclimatică

„Albedoul” reprezintă valoarea reflectivității unei suprafețe sau corp. Este o mărime fotometrică egală cu raportul dintre intensitatea luminii radiate difuzate de un corp și intensitatea luminii care cade pe acel corp. Acesta diferă în funcție de unghiul de incidență a razelor soarelui, dar în cea mai mare măsură de tipul de acoperire a suprafețelor active²⁵⁵. Principalul rol privind considerarea albedoului în proiectarea de arhitectură este utilizarea sa în calculele de iluminare, atât în spațiile interioare cât și a celor exterioare.

²⁵⁵ Văduva, I., (2008), p. 49.

Planul terenului reprezintă o entitate deosebit de bogată în semnificații fizice sau simbolice întrucât este elementul separator între mediul subteran și cel suprateran, care la nivel global definesc un organism complex tot unitar. În egală măsură, precum menționa și Almusaed în lucrarea sa (vezi Fig. 7), reprezintă bariera între mediul biofil și cel bioclimatic, influențând percepția ambianței la scară umană. „Tipul solului” este un factor care influențează în mare măsură condițiile microclimatice ale unui loc datorită unor elemente climatice esențiale: radiația solară și albedou, umiditatea relativă, temperatură, precipitații. În funcție de structura sa moleculară, tipul terenului generează o anumită temperatură la nivelul de călcare, redă anumite valori de reflexie a radiației luminoase ce pot sau nu să influențeze confortul vizual, generează un anumit nivel de permeabilitate a apelor provenite din precipitații, concretizează materia menită să susțină fundația edificiilor ori este un suport termic pentru instalațiile pe bază de pompă de căldură.

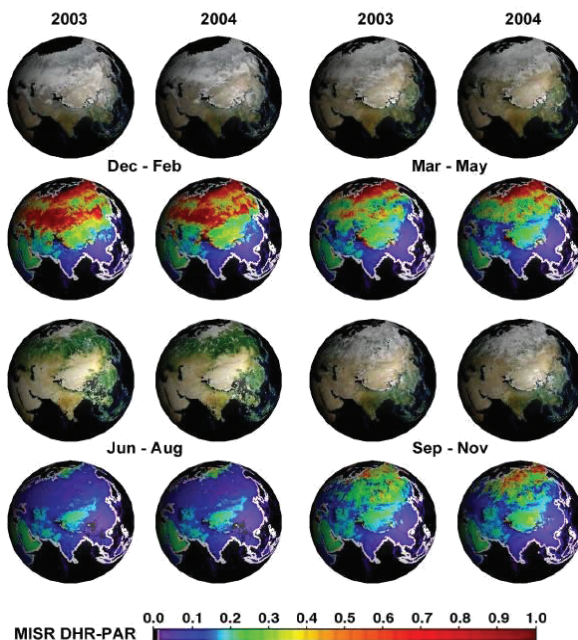


Fig. 65 - Diagrama modului în care Pământul își modifică valorile albedoului în funcție de mișcările sezoniere [www.eosweb.larc.nasa.gov]

b) Instrumente de analiză

Scara de măsură a albedoului se situează între valorile „0,0” reprezentând reflectare totală și „1,0” ce coincide cu absorbția totală a luminii. În Figura 65 este ilustrat un studiu comparativ cu privire la modul în care, la scară planetară, suprafața Pământului modifică valorile acestui parametru. În Figura 66 se exemplifică unele date privind mărimea albedoului pentru anumite materiale/tipuri de suprafață.

Terenurile bogate în nisip și pietriș determină temperaturi mai ridicate și nivel scăzut al umidității, în timp ce, la polul opus, solurile argiloase conferă temperaturi mai scăzute însă o umiditate mai mare. În funcție de consistență, acestea impun diverse grade de dificultate a lucrărilor în vederea fundării construcțiilor. Suprafețele acoperite de vegetație redau un nivel de umiditate crescută datorită fenomenului de evapo-transpirație, determinând astfel și scăderea temperaturii.

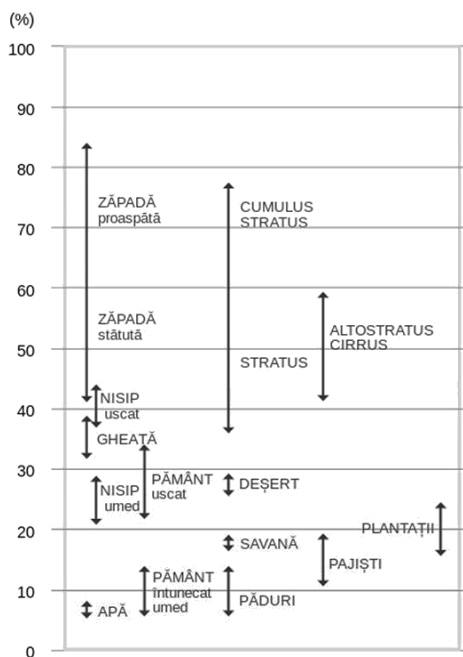


Fig. 66 – Valorile albedoului pentru diferite tipuri de suprafețe
[http://ro.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:Albedo-e_hg_%28ro%29.svg]

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

În cadrul metodologiei propuse, datele albedoului se introduc în diagramele de procedură ale meta-proiectului în acord cu anexele studiului de față. Astfel, ele pot fi cu ușurință extrase și adaptate metodelor de analiză alese. Rezultatele meteorologice se evaluează în acord cu valorile radiației solare.

În aceeași măsură, proceduri similare se realizează și în cazul tipului de sol prezent la locul de studiu. Acestea se pun în acord cu datele pluviometrice și radiația solară, în vederea extragerii concluziilor privind posibilitatea de asociere la principiile proiectării bioclimatice.

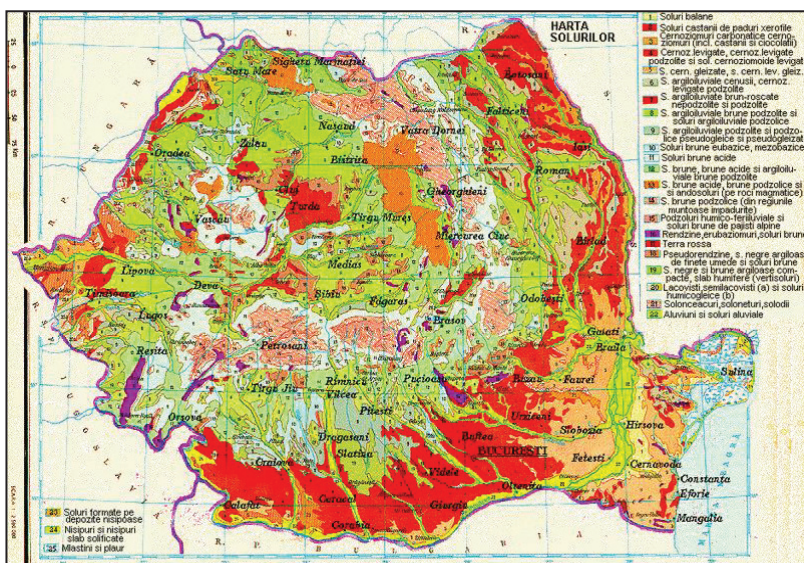


Fig. 67 – Harta tipurilor de sol de pe teritoriul României

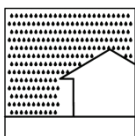
[<http://www.profudegeogra.eu/wp-content/uploads/2011/10/Harta-solurilor-Romaniei2.gif>]

d) Albedoul și caracteristicile solului în România

În ceea ce privește albedoul, valorile acestuia se consideră local, în cadrul amplasamentului destinat intervenției de arhitectură. În acest sens, calculele sunt particularizate diferit iar o abordare a acestui subiect din punct de vedere al studiilor bioclimatice pentru teritoriul țării noastre nu se dovedește a fi de utilitate pentru evidențierea cercetării.

Având în vedere varietatea formelor de relief, tipurile de sol de pe teritoriul României sunt condiționate în cea mai mare parte, de acestea. Pe întreaga întindere se remarcă un bogat mozaic de sol, cu caracteristici proprii (vezi Fig. 67). Zonele întinse de câmpie sunt acoperite de cernoziom²⁵⁶ datorită condițiilor climatice favorabile pentru creșterea abundentă a vegetației. Odată cu creșterea altitudinii se remarcă prezența gamei de soluri brune, dezvoltate în condiții de precipitații bogate și vegetație predominantă din arbori²⁵⁷. Între acestea, apar diverse tipuri, caracterizate de prezența rocilor, nisipurilor, sau altele bogate în săruri și humus.²⁵⁸

4.2.2.8 Precipitațiile



a) Definire

Precipitațiile sunt fenomene meteorologice care se manifestă prin condensarea sau cristalizarea vaporilor de apă, urmând a ajunge la suprafața solului în formă lichidă sau solidă. Tipurile specifice ale acestor modalități de manifestare caracteristice circuitului hidrologic în natură, sunt cunoscute sub forme lichide, solide sau combinate.

În cadrul proiectării bioclimatice, cantitatea de precipitații poate constitui o resursă gratuită. Astfel, prin diverse sisteme aceasta poate fi colectată, filtrată și utilizată ulterior la diverse activități, ce exclud însă consumul potabil. Forma de agregare a precipitațiilor este importantă deoarece, în zone cu zăpezi abundente demersurile de proiectare iau în considerare alte tipuri de abordare a arhitecturii. Formele arhitecturale, cu precădere cele ale acoperișurilor reprezintă în acest sens o paradigmă în sensul modului de adaptare la nivelul precipitațiilor.

b) Instrumente de analiză

Instrumentul de măsură a precipitațiilor este pluviograful. Acesta evaluează cantitățile deversate în anumite perioade de timp (lunar, anual), cuantificarea acestora putându-se ilustra în două moduri diferite: volum

²⁵⁶ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 31.

²⁵⁷ Sandu, I., *Coord. - Administrația Națională de Meteorologie*, (2008), p. 31.

²⁵⁸ *Idem*, p. 31.

raportat la unitatea de suprafață (litri/m³) sau cantitate (mm) raportată la frecvență (zile). Valorile se consideră convențional pentru o suprafață plană și impermeabilă.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

În cadrul metodologiei propuse, cantitățile de apă survenite în urma căderilor de precipitații se introduc în diagramele de procedură ale meta-proiectului în acord cu anexele studiului de față. În acest fel, raportate la caracteristicile unui anumit amplasament, concluziile vor putea fi evaluate în sensul fezabilității unor eventuale soluții de folosire a apei.

d) Precipitațiile în România

Începând cu luna februarie și până în iunie-iulie, cantitatea precipitațiilor la nivel național este în continuă creștere, atingând nivelul maxim odată cu trecerea verii. Această perioadă este succedată de o scădere treptată pe perioada iernii. Totuși, acolo unde este prezentă influența mediteraneană, în zone precum Banat, Oltenia sau litoral, lunile noiembrie-decembrie prezintă un nivel ridicat de precipitații, și scăzut la sfârșitul anotimpului cald²⁵⁹. Vara se caracterizează cu maxime în cantitățile de precipitații. Zonele dobrogene fac excepție în acest sens. Iarna nivelul acestora este mult redus. Grosimea stratului de zăpadă este un parametru deosebit de important întrucât generează efecte majore asupra formei arhitecturale, în mod special a acoperișului. Datorită unor temperaturi scăzute pe perioada iernii, în zonele muntoase stratul de zăpadă se topește mai greu fapt pentru care ninsorile succesive îi măresc dimensiunea. Acestea pot fi atribuite categoriei zonelor cu grosimi mari (75-100cm) corespunzătoare în Câmpia Română, Subcarpați, Depresiuni ale Carpaților, poalele munților Carpați, sau grosimi foarte mari, în zonele muntoase de peste 1000m altitudine, acolo unde stratul de zăpadă depășește 100 cm²⁶⁰. Cele mai mici straturi de zăpadă (sub 50 cm) se remarcă în Dobrogea, Delta Dunării, zone joase ale vestului țării și parțial în câmpia Transilvaniei²⁶¹. Grosimile medii se încadrează între 51-75cm și sunt distribuite în dealurile din vestul țării, centrul Câmpiei Române, Bărăgan, Dobrogea, zone de podiș din Moldova, și majoritatea Transilvaniei.

²⁵⁹ *Idem*, p. 246.

²⁶⁰ *Idem*, p. 314.

²⁶¹ *Idem*, p. 313.

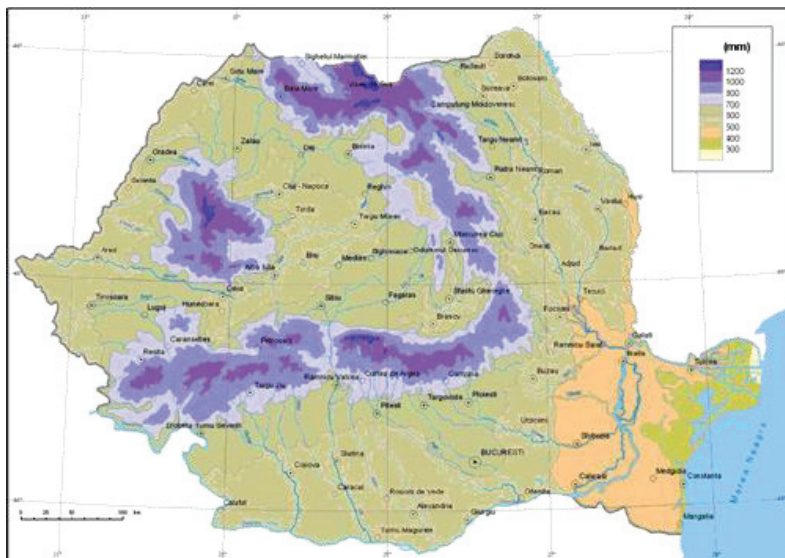


Fig. 68 – Nivelul mediu de precipitații al României (1961-2000)
 [Agenția Națională de Meteorologie -
<http://www.meteoromania.ro/index.php?id=188>]

4.2.2.9 Morfologia terenului



a) Definiție și rol în proiectarea bioclimatică

Morfologia terenului nu este în sine un factor climatic ci mai degrabă o considerentă care influențează condițiile climatice / meteorologice ale unui amplasament. Din acest punct de vedere, din succesiunea elementelor prezentate pana acum, s-a putut observa că acestea determină anumite particularități locului, în raport cu modul de configurație topografică a terenului. Sunt astfel influențate radiația solară, mișcările curenților de aer și umiditatea atmosferică, toate responsabile în perceperea stimulilor de confort higrotermic.

În funcție de orientarea cardinală, modul de structurare a terenului poate atrage după sine umbre purtate și umbre proprii în diferite proporții.

Astfel, în cadrul variantelor de proiectare, prezența unor pante poate genera soluții de configurare arhitecturală individualizate diferit. Pantele orientate spre sud conferă o gamă variată de soluții care fructifică energia solară în schimb ce pe versanții nordici sunt necesare strategii diferite adaptate contextului climatic. În cazul acestui parametru de analiză se pot considera toate elementele ce țin de geografia fizică a formelor de relief, implicând inclusiv elemente ale cadrului natural.

b) Instrumente de analiză

Studierea morfologiei terenului este un procedeu de natură vizuală, ce se materializează prin instrumente grafice precum planul topografic, secțiunea. Tehnologia contemporană dezvoltată pe baze matematice permite analizarea, prelucrarea și ulterior, chiar reproducerea declivității terenului prin intermediul machetelor, a modelelor tridimensionale asistate de computer.

Măsurătorile topografice realizate cu ajutorul tehnologiei GPS, a stațiilor totale sau a scanărilor tridimensionale aplicate la nivel teritorial, ulterior posibile baze ale tehnologiei GIS, permit aplicarea extrem de fidelă a principiilor de proiectare ce vizează caracteristicile amplasamentului.

c) Interpretare, introducere în metodologia meta-proiectului

Meta-proiectul presupune indicarea acelor trăsături particulare supuse analizelor de amplasament în măsură să conducă la definitivarea conceptuală a soluțiilor de intervenție arhitecturală. Astfel, metodologia propusă în lucrarea de față, presupune identificarea caracteristicilor morfologice ale terenului în strânsă corelare cu împrejurimile geografice fizice. Dată fiind complexitatea formelor morfologice ale terenului, în documentațiile de analiză vor fi introduse, acolo unde este cazul, și elemente care presupun corelarea cu trăsăturile parametrului de analiză ambientală a ecosistemelor, amintit anterior în cadrul cercetării.

d) Morfologia terenului în România

Datorită gamei variate a formelor de relief prezente pe suprafața țării noastre, analiza morfologiei terenurilor este un aspect dintre cele mai variate. Bogăția de trăsături fizice ale modelării naturale ale teritoriului cunoaște variații de altitudine de la cota Mării Negre până la culmile cele mai înalte ale lanțului muntos al Carpaților.

De acest parametru depinde un sistem de relații extrem de complex, manifestat prin adaptarea mediului antropic la cadrul natural în

ansamblu. Întregul sistem de infrastructură, structură și componente ale ambianței create de om, nu este altceva decât modul în care conștiința culturală, științifică sau simbolică a fost în măsură să se muleze în spațialitatea fizică a naturii. Privind din această perspectivă, intervenția umană deține astăzi instrumentele de adaptare sustenabilă la mediul său de trai, purtând responsabilitatea unei dezvoltări durabile.

5.

DEFINITIVAREA CONCEPTULUI DE ARHITECTURĂ ÎN CADRUL META-PROIECTULUI

5.1 Traducerea analizelor preliminare ale proiectului bioclimatic și centralizarea rezultatelor (Modelul bioclimatic de confort spațio-temporal)

În cele ce urmează se intenționează reprezentarea aparatului metodologic care conduce la definitivarea conceptelor bioclimatice de intervenție arhitectură, prin intermediul fazei meta-proiectului. Până în momentul de față, urmând pașii propuși odată cu definirea cadrului de studiu destinat meta-proiectului, s-au considerat punctual acele elemente care, potrivit structurate, conduc la evoluția proiectului în ansamblul său.

Astfel, după definirea obiectivelor și a parametrilor economici necesari inițierii unei investiții de natură arhitecturală, o serie largă de specialiști sunt puși în fața unei etape de studiu caracterizată de un mod de relaționare de tip cerință funcțională – analiză a oportunităților. Dat fiind ansamblul de trăsături care particularizează un anumit amplasament și pe baza cărora s-a discutat până în acest moment, în cele ce urmează se dorește reflectarea modului de extragere și sintetizare a tuturor rezultatelor, în vederea introducerii lor într-un aparat comun de evaluare. În condițiile în care până acum acestea au fost preluate individual, fără o inter-relaționare în adevăratul sens al cuvântului, unul dintre obiectivele tezei de față constă în modul în care acestea urmează a fi coroborate. Prin reluarea schemei structurale a meta-proiectului (vezi Fig. 14), aceasta se va aprofunda, în raport cu ansamblul de analize puse deja în discuție. Aplicarea efectivă a metodologiei este prezentată la finalul cercetării, în cadrul anexelor.

Deoarece fiecareia din cele patru sub-faze propuse în cadrul procesului meta-proiectului îi corespunde un subiect de analiză distinct, datorită inter-dependenței acestora este imposibilă extragerea individuală a unor concluzii finale de natură bioclimatică. În vederea clarificării acestor

relații, se propune următoarea corespondență tematică, rezultând diversele tipuri de „sinteze”:

- Definirea cerințelor funcționale și ambientale
--» *Sinteza funcțională de confort ambiental*
- Definirea cadrului cultural-ambiental
--» *Sinteza teritorială cultural-ambientală*
- Organizarea spațial funcțională
--» *Sinteza spațial-bioclیمatică*
- Cuantificarea unităților spațiale
--» *Sinteza reglementărilor*

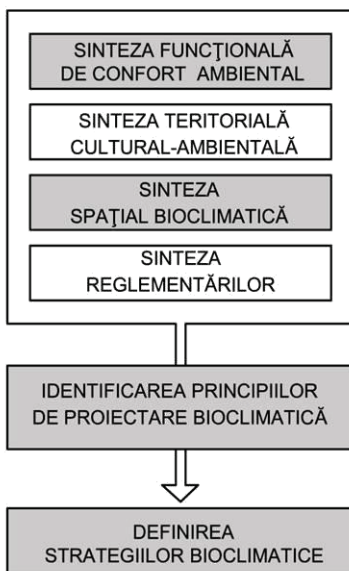


Fig. 69 – Identificarea etapelor de interes ale studiului, din punct de vedere al proiectării bioclimatice, din cadrul meta-proiectului
(Sursa: elaborat de autor)

Dintre acestea, așa cum este indicat și în Figura 69, se identifică acelea care implică aspecte caracteristice proiectării bioclimatice. Prima semnalizată (sinteza funcțională de confort ambiental) corespunde setului de analize microclimatice relaționate direct cu omul și condițiile de îndeplinire a confortului ambiental, în timp ce a doua se raportează la scara de expertizare a topoclimei (Sinteza spațial bioclimatică). Totuși, dată fiind imposibilitatea de a le concluda în mod separat, se propune introducerea unei noi noțiuni ce va purta denumirea întregii metodologii. Aceasta va fi numită continuare „Modelul bioclimatic de confort spațio-temporal”²⁶². În acest context, introducerea conceptului de „model”, reflectă înțelegerea termenului ca un sistem cu ajutorul căruia pot fi studiate, prin analogie, proprietățile și transformările unui ansamblu mai complex.

Din coroborarea celor două tipuri de sinteză amintite anterior, se va obține schema organizării spațial-funcționale, adaptată condițiilor bioclimatice ale amplasamentului. Aceasta este susținută prin intermediul documentației „Modelul bioclimatic de confort spațio-temporal”, devenind efectiv instrumentul metodologic propus în această cercetare. În forma sa finală, precum apare și în capitolul Anexe, se concluda prin reprezentarea rezultatelor analizelor, urmând a fi folosite în scopul ulterioarelor alegeri tehnologico-arhitecturale, după prealabila selectare/identificare a principiilor bioclimatice fezabile și definirea strategiilor bioclimatice. În acest context, latura temporală are o importanță semnificativă, ținând cont de structura ulterioară a meta-proiectului care presupune determinarea strategiilor de intervenție, prin raport la dinamica diurnă sau anotimpuală a activităților în raport cu condițiile climatice.

În conținutul său procedural, pașii esențiali ce vor fi parcurși includ următoarea evoluție tematică:

5.1.1 Sinteza funcțională de confort ambiental

Principiul major după care este conturată metodologia de proiectare propusă în cadrul acestei lucrări de cercetare, este focalizarea pe utilizatorul spațiilor arhitecturale. Având în vedere faptul că intervenția antropică presupune înainte de toate, atribuirea unei funcțiuni, unul din cele mai importante aspecte ale temei de proiect este stabilirea cerințelor de această natură. Ulterior, se extrage gama de activități presupuse a se desfășura în mod convențional în spațiile respective. Acestora li se asociază anumite particularități prin care se definește tipul de raport dintre om și

²⁶² Denumirea este aleasă de autor.

ambientul său microclimatic, definindu-se astfel exigențele necesare în vederea îndeplinirii condițiilor de confort. O cerință de bază în cadrul studiului este verificarea nivelului de compatibilitate a diverselor funcțiuni/activități, astfel obținându-se schema funcțională a proiectului. Prin prisma naturii lor dinamice, aceste elemente vor fi analizate în raport cu frecvența lor spațio-temporală.

5.1.2 Sinteza spațial-bioclیمatică

În esență, aspectele analitice de natură funcțională nu pot fi sintetizate fără asocierea lor cu cele de natură geo-climatică, întrucât depind semnificativ de factorii climatici, care conferă particularitățile locului. Scopul sintezei spațial-bioclیمatice este acela de a contura premisele de intervenție pe un anumit amplasament. Astfel, se realizează analize specifice, care caracterizează viitoarea intervenție la scară microclimatică, fiind cele care determină mai în detaliu particularitățile sitului în raport cu vecinătățile: studiile de însorire, mișcarea curenților de aer, morfologia terenului. Coroborarea acestor factori, interdependenți prin prisma efectelor asupra percepției confortului, se realizează prin instrumente care permit ulterioara evaluare și interpretare a rezultatelor, în funcție de caracteristicile spațio-temporale, ce poartă denumirea de „matrice de analiză”. În acest mod se furnizează informații cumulate și atent selecționate pe baza anumitor momente-cadru din an sau zi, ce dețin particularități de confort diferite. Scopul final este extragerea acelor intervale de timp pe perioada cărora se vor și aplica strategiile de intervenție ale proiectului.

5.1.3 Matricea microclimatică a sitului

În cadrul procesului de proiectare, se observă faptul că de cele mai multe ori apare necesitatea adoptării unor instrumente de lucru, dezvoltate prin mijloace experimentale. Matricea microclimatică a unui amplasament reprezintă cumularea și sistematizarea unui anumit set de analize, sub formă de tabele, scheme grafice etc.. Ajunși în acest moment al metodologiei propuse, este posibilă prelucrarea datelor analitice și confruntarea lor cu câțiva factori care, în opinia lui Mario Grosso sunt determinanți pentru o abordare de tip bioclیمatic: forma generală a construcției, amplasarea față de vecinătăți și orientarea²⁶³. În aceste condiții, același autor susține ca fiind esențială considerarea contemporană a

²⁶³ Grosso, M., (2008***), p. 62.

efectelor cauzate de însorire și configurarea zonelor de calm de vânt. Astfel, prin suprapunerea celor două aspecte, în diverse momente ale anului și ale zilei, se obține matricea climatică a sitului²⁶⁴, cu rezultate grafice care îi facilitează proiectantului lectura acestei dinamici și identificarea acelor zone caracterizate de condiții particulare în ceea ce privește cerințele de confort (vezi Fig. 70). Acest tip de analiză ia în considerare inclusiv afectarea vecinătăților adiacente zonei luate în calcul, de către edificiul propus.



Fig. 70 – Exemplu de reprezentare suprapusă a umbrelor purtate și a zonelor de calm de vânt în cadrul matricei microclimatice a sitului (21 iunie, ora 16:00), realizată în cadrul unei teme la atelierul de proiectare condus de Prof. dr. arh. Mario Grosso la II Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, 2008-2009)

Într-o manieră asemănătoare, dar de această dată dintr-o perspectivă diacronică, Ken Yeang analizează în paralel diagrama solară cu roza vânturilor, considerându-le în momente strategice ale anului (iarna, vara și anotimpurile intermediare)²⁶⁵.

²⁶⁴ *Idem*, pp. 61-65.

²⁶⁵ Yeang, K., (1996), pp. 22, 23.

Alegerea acestor momente este influențată de tipul de climă. În cazul caracteristicilor teritoriului României, momentele solstițiilor și a echinocțiilor se remarcă esențiale ca fiind fazele meteorologice cheie pentru definirea strategiilor de intervenție. Astfel, pentru fiecare din acestea, prin suprapunerile celor doi factori climatici, matricea generează patru tipuri de zone care îndeplinesc trăsături distincte: însorite și ventilate, însorite dar în zona de calm, umbrite și ventilate respectiv umbrite dar în zona de calm de vânt. Orele de analiză considerate vor fi: 10, 12, 14 pentru anotimpul rece respectiv 09, 12, 15 pentru vară și perioadele intermediare²⁶⁶. Pentru proiectarea spațiilor exterioare, supuse direct agenților meteorologici externi sau în vederea dispunerii optime a unui nou edificiu, se întocmește o evaluare care clasifică cele nouă situații distincte, în funcție de tipul de activitate și perioada preconizată de desfășurare, în diverse condiții de umiditate, extrăgându-se condițiile optime necesare²⁶⁷. În urma acestor evaluări, se vor determina zonele cele mai potrivite pentru amplasarea unor noi clădiri pe terenul analizat.

a.) Orientarea spațiilor

Întrucât una din cele mai importante provocări ale proiectului bioclimatic de arhitectură se referă la identificarea potențialului energetic și fructificarea acestuia în scopul sustenabilității intervențiilor, orientarea spațiilor este o temă centrală. Dispoziția corectă a diverselor funcțiuni unele în raport cu altele, dar și în raport cu punctele cardinale, este o condiție obligatorie în vederea îndeplinirii obiectivelor strategice de menținere a echilibrului energetic. Din punct de vedere a structurii spațiale, Almusaed remarcă existența a trei tipologii distincte, în funcție de relația interior-exterior. Acesta identifică spațiile funcționale închise, cele intermediare și în final funcționale deschise²⁶⁸. În ansamblu, interpretarea matricei microclimatice a unui amplasament corespunde indicării modului în care elementele spațiale amintite sunt configurate în raport cu rezultatele finale. În vederea determinării schemelor funcționale, procesul modelului bioclimatic de confort spațio-temporal urmărește etapizat considerarea acelor elemente care conduc evolutiv către determinarea cât mai complexă a caracteristicilor spațiilor, prin prisma tabelelor de lucru anexate.

²⁶⁶ Grosso, M., (2008***), p. 64; Grosso, M., (2005), p. 43.

²⁶⁷ Grosso, M., (2008***), p. 65.

²⁶⁸ Almusaed, A., (2011), p. 256.

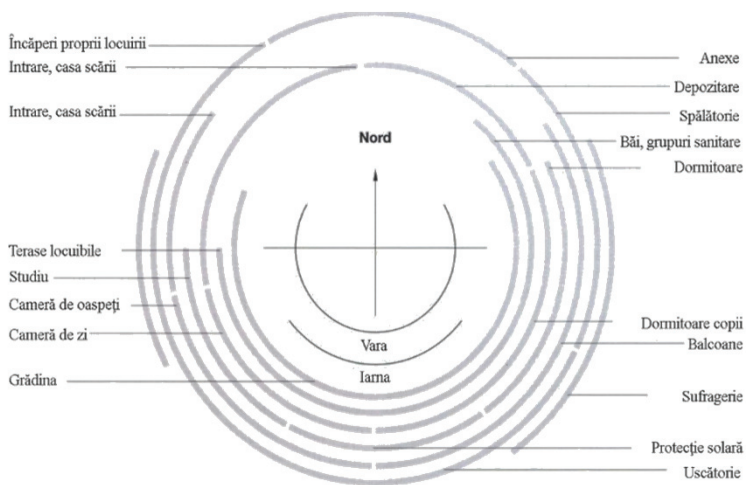


Fig. 71 – Exemplu de orientare a spațiilor în cadrul unei locuințe
[adaptat după Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 69]

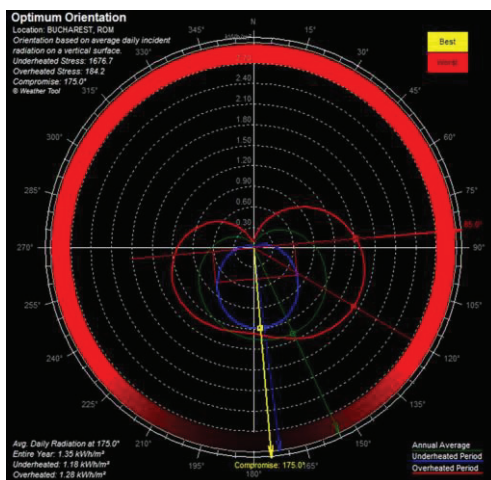


Fig. 72 – Diagrama heliotermică, indicatoare a orientării optime din punct de vedere al aportului energetic pentru suprafețe verticale, în scopul utilizării sistemelor solare pasive, pentru coordonatele Municipiului București [realizare cu programul Autodesk Ecotect – Weather Tool, varianta educațională]

Un exemplu de reprezentare a schemei funcționale în funcție de orientare, este ilustrată în Figura 71, ca model de gestionare funcțională a diverselor activități care se desfășoară în cazul unei locuințe. Funcțiuni mai complexe pot fi subiectul unei diagrame asemănătoare înainte de a alege dispunerea spațială a acestora. Înglobate în forma lor de ansamblu, acestea pot fi astfel dispuse, încât să fructifice potențialul maxim de captare/protecție în raport cu radiația solară. Axul în cauză prezintă o deviație de 5° înspre est, în raport cu direcția sud (vezi Fig. 72).

Tipul climei	Poziționarea zonelor cu potențial energetic	Raport optim lungime/latime	Amplasarea optima a elementelor masive
Climă rece		1:1 	
Climă temperată		1:1,6 	
Climă uscată		1:2 	
Climă tropicală		1:3 	

Fig. 73 – Exemplu de orientare a spațiilor în cadrul unei locuințe
[adaptat după Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), p. 69]

b.) Forma clădirilor

Dacă orientarea spațiilor considerate în detaliu și a clădirii în ansamblu, reprezintă o temă majoră de interes pentru proiectarea bioclimatică, forma este un aspect care influențează clădirea nu doar în sensul dispunerii funcțiunilor la nivel spațial, ci și din perspectiva potențialului său energetic. În funcție de latitudine, deci implicit și de nivelul radiației solare directe, modul de configurare a volumului determină și calitatea sa de utilizare pasivă a energiilor neconvenționale. Este binecunoscut faptul că formele compacte, datorită suprafeței reduse a anvelopantei, sunt preferate în favoarea unor jocuri volumetrice care presupun schimburi termice majore. Precum este ilustrat și în Figura 73, se remarcă faptul că pentru clima temperată, caracteristică și pentru teritoriul României, configurația optimă din acest punct de vedere respectă un raport

în plan de 1:1,6 ce presupune o izolație superioară înspre nord și o deschidere spre sud în vederea captării radiației solare. Suplețea volumetrică în direcție verticală imprimă de asemenea anumite caracteristici de comportament energetic. Deține o suprafață mare a închiderilor exterioare, dar are avantajul unei bune expunerii în ceea ce privește ventilația sau iluminarea naturală²⁶⁹.

Datorită rolului său în funcționarea energetică a edificiului, forma finală aleasă va trebui să fie corelată cu strategiile de proiectare bioclimatică. De aceea, alegerile preliminare din faza meta-proiectului sunt supuse unei reevaluări după identificarea principiilor și stabilirea modului de implementare a acestora, astfel încât forma finală să corespundă unei funcționări pasive cât mai depline.

5.2 Principiile proiectării bioclimatice

5.2.1 Definirea principiilor de proiectare bioclimatică

Principiul este trăsătura fundamentală pe care se întemeiază o teză²⁷⁰. Pe fondul acestei definiții, principiile proiectului bioclimatic reprezintă elementele fundamentale de proiectare, corelate cu factorii geografico-climatici esențiali și a proprietăților fizice ale termodinamicii, care influențează confortul utilizatorului unui spațiu sau anumite alegeri. Acestea sunt componente individuale care asigură baza unui anumit parametru de intervenție asupra conformării unui spațiu sau a unei construcții. Modalitățile de aplicare ale unui principiu bioclimatic pornesc de la studierea sa individuală sau în ansamblu, alături de altele din aceeași familie. În urma analizelor, odată stabilită necesitatea de a îndeplini o anumită cerință de natură energetică/funcțională, se iau în considerare toate acele principii care dețin calitățile respective. Puse în paralel, acestea sunt comparate în scopul evaluării randamentului potențial, fie dacă sunt preluate independent sau prin asociere. Alegerea unui anumit principiu este astfel supusă unui set de considerente care, pe lângă eficiența energetică trebuie să corespundă și unor caracteristici de natură estetică sau funcțională. Desigur că simpla extragere a unui principiu nu este suficientă pentru a se verifica și aplicabilitatea sa. Este importantă selectarea

²⁶⁹ Rogora, A., *La progettazione preliminare dell'edificio*, în Grosso, M.; Scudo, G. et. al., (2005), p. 339.

²⁷⁰ DEX, <http://dexonline.ro/definitie/principiu>, accesat la 27.05.2011.

momentelor anotimpuale în care acesta se poate aplica, urmând a se stabili modalitățile fizice de implementare.

Lucrarea de față și-a propus de la bun început să găsească, cu ajutorul unui mecanism procedural, modalități de a configura arhitectura din perspectiva unui minim impact ambiental și a unei optime gestiuni echilibrate a resurselor energetice ale unui loc. Ajunși în acest punct, este posibilă prezentarea principiilor de bază ale proiectării bioclimatice, fără a deschide un discurs teoretic cu privire la caracteristicile fizice sau modalitățile lor de calcul, ci ca implementare la nivel conceptual în configurarea edificiului.

Principiile ce urmează a fi prezentate sunt considerate punctual iar citarea lor nu își propune tratarea lor exhaustivă. Urmând schema meta-proiectului, pe baza acestora se elaborează strategiile după care clădirea urmează să funcționeze în raport cu modificările ciclice ale condițiilor climatice. În ansamblu, cele menționate reprezintă aspectele care definesc un concept individual de abordare, care conferă viitoarei soluții de arhitectură modalitatea de adaptare a spațiilor la condițiile de confort, pentru fiecare parametru climatic caracteristic amplasamentului. Se urmărește în același timp și o clasificare care are la bază principalele trăsături de factură bioclimatică, așa cum au și fost descrise în cuprinsul lucrării, după cum urmează:

a) Principii de natură funcțională

- Distribuție spațial-funcțională, în raport cu activitățile și factorii climatici;
- Forma în plan și elevație a edificiilor;
- Orientarea;

b) Principii de utilizare a radiației solare

- Controlul solar (umbrirea);
- Captarea energiei solare (aport energetic al radiației solare);
- Iluminarea naturală;

c) Principii de utilizare a legilor termodinamicii

- Reducerea dispersiilor termice (izolarea termică);
- Conservarea căldurii (izolare termică);
- Inerția (masa) termică;
- Încălzirea spațiilor (modalități de distribuție a căldurii) ;
- Aport termic intern prin echipamente, utilizatori etc.;

d) Principii de utilizare a curenților de aer

- Ventilația naturală;

- Răcirea aerului prin ventilație/convecție;
- Captarea curenților de aer;
- Protejarea de vânturile dominante;
- Etanșeitatea;

e) Principii higrotermice

- Controlul umidității prin mijloace pasive (umidificare/dezumidificare);
- Etanșeitatea;

f) Precipitații

- Protejarea de precipitații;
- Colectarea și utilizarea apelor;

Precum se poate remarca, fiecare principiu poate fi atribuit unui anumit sector (ansamblu/subansamblu) din cadrul construcției proiectate. Spre exemplu, principiul izolării termice speculează caracteristicile suprafeței anvelopei exterioare și structurarea acesteia, în funcție de orientare (poziționare), transmitanță termică, putând fi asociat și principiului inerției termice.

5.2.2 Identificarea principiilor bioclimatice în proiectul de arhitectură

În proiectarea curentă se remarcă diverse modalități de identificare a acelor principii care se dovedesc a fi potrivite unui anumit context geo-climatic sau funcțional. Acestea pot fi generate pornind de la simpla intuire a condițiilor amplasamentului, bazându-se pe criterii empirice sau stabilite prin tradiție locală, dar pe de altă parte pot fi rezultatul unei metodologii adaptate specific la obiectivele stabilite.

Cercetarea de față urmărește acest tip de abordare, bazată pe implementarea unei proceduri deductive progresiv, în funcție de rezultatele introduse în analiză. Acestea sunt materializate sub forma unor concluzii, cantitative în ceea ce privește dimensionarea spațiilor, a disponerii acestora și a cerințelor de confort, respectiv calitative, sugerând ilustrarea unor necesități. Toate acestea sunt manifestate ulterior prin identificarea principiilor care pot îndeplini cele rezultate.

În principiu, urmărirea efectivă a procedurii propuse la capitolul Anexe conduce la determinarea principiilor. Utilizarea diagramei bioclimatice (psihrometrice) inclusă în cadrul metodologiei reușește să evalueze o parte importantă a acestora, potrivite pentru cazul particular dezbătut, generând unul sau mai multe dintre acestea.

198

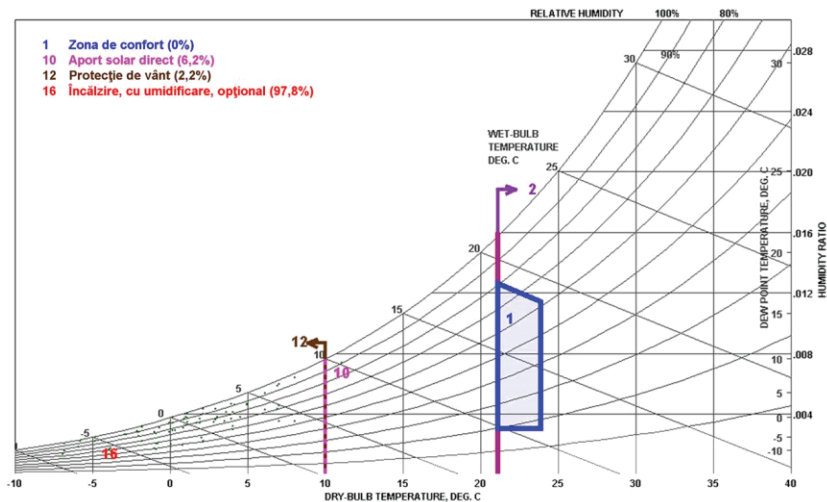


Fig. 75 – Diagrama psihrometrică, București (iarna, perioada nocturnă)
 (Sursa: extras software Climate Consultant)

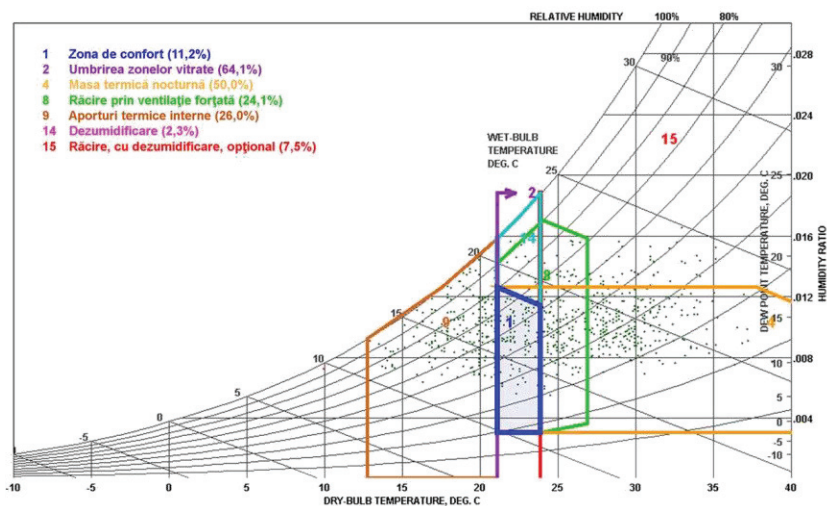


Fig. 76 – Diagrama psihrometrică, București (vara, perioada diurnă)
 (Sursa: extras software Climate Consultant)

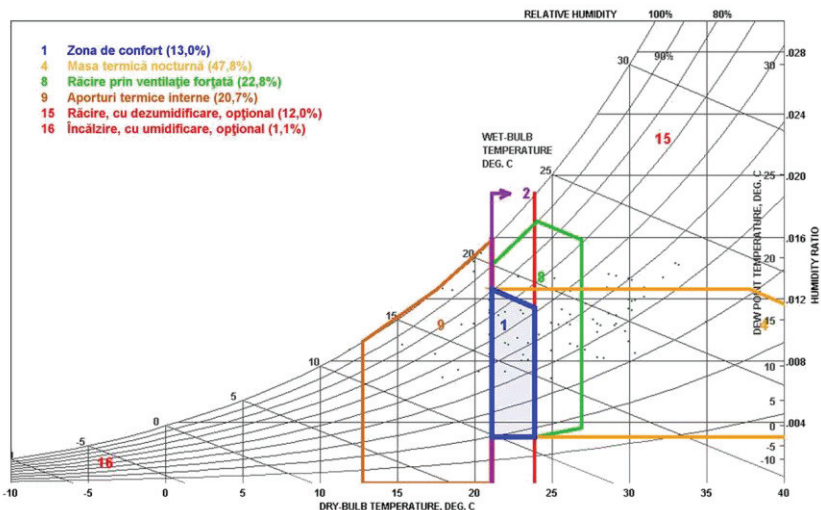


Fig. 77 – Diagrama psihrometrică, București (vara, perioada nocturnă)
(Sursa: extras software Climate Consultant)

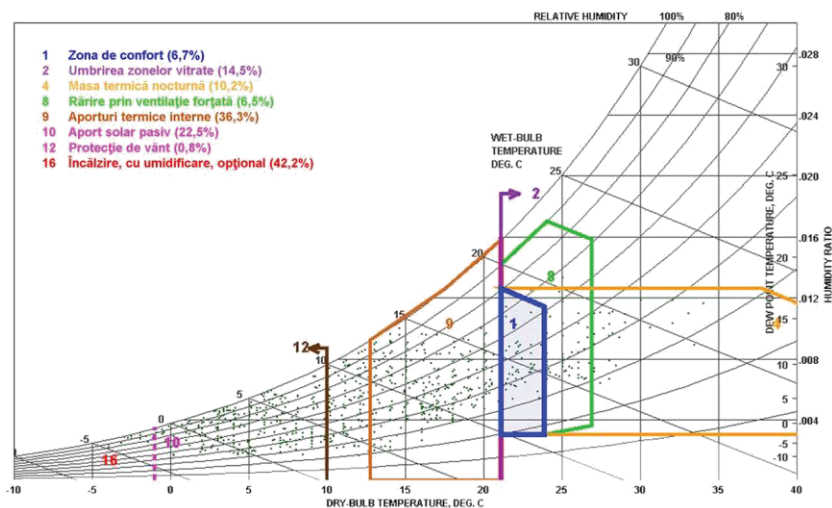


Fig. 78 – Diagrama psihrometrică, București (primăvara/toamna, perioada diurnă)
(Sursa: extras software Climate Consultant)

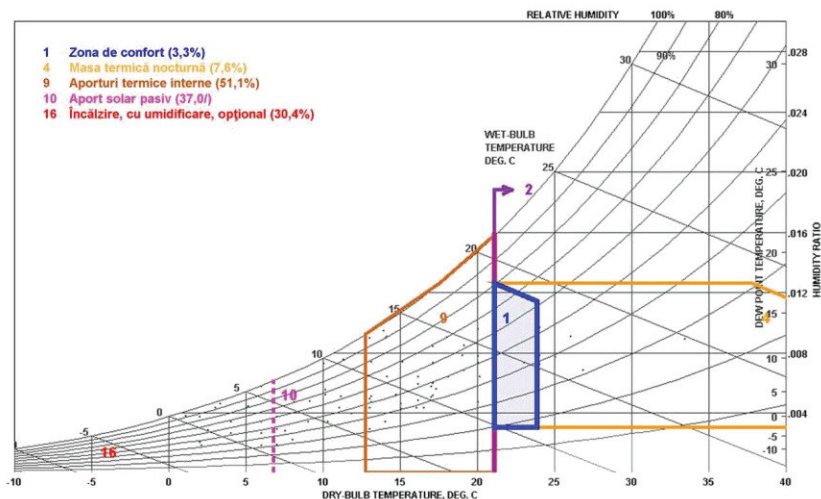


Fig. 79 – Diagrama psihrometrică, București (primăvara/toamna, perioada nocturnă)
(Sursa: extras software Climate Consultant)

5.3 Strategiile proiectării bioclimatice

5.3.1 Definirea strategiilor bioclimatice

În proiectarea de arhitectură, strategiile sunt acel „ansamblu de reguli și criterii menite a fi puse în practică prin intermediul soluțiilor tehnice, pentru a crea condițiile de locuire și adecvare la exigențe”²⁷¹. Sistemul de principii enunțate la subcapitolul anterior este corelat cu evaluarea climatică a amplasamentului, fiind adoptate pentru a defini ulterior o strategie de funcționare a edificiului din punct de vedere eco-compatibil. Prin coroborarea diverselor principii compatibile se definesc strategiile de proiectare bioclimatică a edificiului, care presupun utilizarea tuturor mijloacelor energetice de care dispune un amplasament, putând defini ulterior adaptabilitatea la mediu. O strategie se raportează la o perioadă de timp cu trăsături climatice constante: anotimp, perioade specifice anului sau a celor de tipul zi/noapte.

²⁷¹ Francese, D., (1996), p. 46.

Referindu-se la modalitatea generală de adaptare a unui edificiu, Reiner Banham identifică trei tipologii arhitecturale generate în relație cu răspunsul la contextul climatic: conservativ, selectiv, regenerativ²⁷². În plus față de acestea, Dean Hawkes propune și un al patrulea model, cel exclusiv, ca fiind total opus celui regenerativ²⁷³.

Pornind de la acest tip de abordare care definește în ansamblu o strategie definitorie a întregii concepții arhitecturale, se pot concepe diverse alegeri individuale de funcționare, adaptându-se particularităților climatice locale. Decizia de a selecta o anumită tipologie din cele citate anterior, este corelată cu seria concluziilor studiului analitic al meta-proiectului. Din gama de principii de proiectare bioclimatică extrase ca fiind oportune pentru cazul studiat, fiecare din direcțiile specificate poate constitui o soluție viabilă, în raport cu obiectivul investiției.

Tipul conservativ urmărește configurarea edificiului în jurul aceluși set de principii care susțin păstrarea energiei și evitarea schimburilor termice între interior și exterior²⁷⁴. Este o atitudine de „introvertire” în raport cu factorii climatici externi, fiind o soluție care evită utilizarea unor sisteme tehnologice în favoarea tehnicilor clasice de construire. Sunt alese principiile de bază ale proiectării bioclimatice, care urmăresc doar mijloace pasive de configurare.

O strategie selectivă vizează un tip de abordare a procesului de proiectare în care se determină aspectele energetice pozitive și negative, mizându-se pe atingerea unor niveluri scăzute de consum energetic²⁷⁵. Din această perspectivă, procedura presupune „selectarea” acelor elemente defavorabile pentru confortul microclimatic, soluțiile tehnico-arhitecturale alese fiind responsabile în acest sens.

Tipologia regenerativă, asemeni celei exclusive, reprezintă un tip de răspuns care exclude utilizarea mijloacelor pasive de control ambiental. Tehnologia este utilizată ca modalitate de artificializare a proceselor interne construcțiilor, în mod similar atitudinii manifestate în perioada modernă²⁷⁶. Astfel se face apel la sintagme precum cea a „mașinii de locuit”, caz în care discursul păstrării echilibrului resurselor energetice este evitat. Analizând aceste tipologii de strategii posibile, se poate constata faptul că ultimele

²⁷² *Idem*, p. 60.

²⁷³ Hawkes, D., (2004).

²⁷⁴ Banham, R., (1993), pp. 14-15.

²⁷⁵ *Idem*, pp. 17-18.

²⁷⁶ *Idem*, p. 19.

menționate exclud utilizarea principiilor de proiectare bioclimatică. Primele manifestă atitudini diferite în raport cu resursele energetice ale unui amplasament, însă reprezintă cele două căi posibile de urmat în sensul acestei lucrări. Totuși, considerând și evoluția istorică a acestor tipologii de modele, cel regenerativ este adaptat condițiilor contemporane de abordare a concepției construcțiilor sustenabile, care pun un accent crescut pe eficientizarea resurselor naturale, performanță energetică, reducerea emisiilor de carbon sau circularitate.

5.3.2 Identificarea strategiilor bioclimatice în proiectul de arhitectură

Definirea finală a strategiilor se realizează după considerarea unui set de scenarii energetice care pun în discuție diverse variante posibile de asigurare a obiectivelor propuse din punct de vedere energetic. Gama de variante este conturată în jurul tipurilor conservativ și selectiv sau a eventualelor diverse căi de mijloc între acestea. După analizarea în paralel a scenariilor, se va alege acea serie de principii care corespunde cel mai potrivit condițiilor particulare ale amplasamentului, respectiv ale investiției. Acest pas reprezintă etapa finală a meta-proiectului și implicit deznodământul acestei cercetări, fiind urmată de o primă evaluare.

Ulterior fazei meta-proiectului va fi posibilă definirea anumitor strategii de configurare a componentelor individuale ale edificiului, corelate cu strategiile aplicate întregului ansamblu, în funcție de poziționarea lor în cadrul ansamblului sau a orientării cardinale²⁷⁷. Brown prezintă în acest sens diverse scheme de intervenție adaptate la diversele caracteristici climatice, pentru diferite grade de influență asupra microclimatului. Deși se referă la spațiile exterioare, modul de alegere și comunicare a tipului de strategie aleasă, este similar adaptabil oricărui tip de spațiu²⁷⁸. Același autor menționează posibilitatea de a propune o selecție a priorităților în ceea ce privește aplicarea diverselor principii.

Anexele ce constituie pașii instrumentali ai metodologiei propuse în cadrul acestei cercetări se conchid cu ilustrarea modului de alegere a strategiilor finale de intervenție, generându-se o fișă conclusivă care menționează punctual acele direcții conceptuale de proiectare (vezi Anexa E5). Acestea se implementează în paralel cu rezultatele matricei microclimatice a amplasamentului, generându-se astfel liniile directoare de proiectare, care acoperă chestiunile de natură spațială, funcțională și

²⁷⁷ Brown, R.D., (2010), pp. 154, 155.

²⁷⁸ Brown, R.D., (2010), p. 157.

energetică. Fazele ulterioare ies din sfera meta-proiectului și constau în materializarea strategiilor alese în obiect tehnico-arhitectural.

5.4 Principii de bază ale proiectării bioclimatice tradiționale românești

În cele ce urmează se va propune un studiu al arhitecturii românești, din perspectiva unei abordări bioclimatice, prin care se dorește ilustrarea caracteristicilor particulare a anumitor tipologii arhitecturale, adaptate condițiilor diferite de natură geo-climatică. Acesta se va concluda cu o delimitare a modelelor tradiționale de răspuns față de parametrii naturali. Intenția finală este aceea de a înțelege conexiunea dintre aspectele ambientale sau culturale, cu modalitățile de concepere spațială și în final cu tehnologia aleasă. Se intenționează ilustrarea modului de adaptare a formelor arhitecturale și a tipologiilor de construcții, precum și a îndeplinirii condițiilor de confort ale microclimatului interior, în relație cu condițiile de amplasare geografică și climă, caracteristice teritoriului României. Pentru aceasta, se va ține cont de condițiile de însorire, mișcarea curenților de aer și alte elemente specifice amplasamentului, care influențează forma edificiilor din punct de vedere energetic.

5.4.1 Arhitectura tradițională românească din perspectiva unei abordări bioclimatice²⁷⁹

Arhitectura a reprezentat dintotdeauna unul din mijloacele esențiale prin care omul, prin prisma activităților sale, a reușit să se adapteze la mediul în care trăiește. Evoluția fenomenului arhitectural este o continuă reinterpretare a devenirii actului de a concepe un edificiu. În acest subcapitol se va face referire în mod particular la sectorul domestic al gospodăriilor, accentuând modalitățile de dispunere și conformare a locuinței în cadrul acesteia. Vom urmări modul în care omul, în raport cu activitățile sale pur agricole sau de creștere a animalelor, a adaptat spațiile la condițiile climatice și geografice ale împrejurărilor în care acesta trăiește. Ținând cont de faptul că se urmărește o reflectare a condițiilor de adaptare climatică a arhitecturii, deci la perioade istorice anterioare secolului al XIX-lea, tipurile de așezare vizate sunt acelea caracteristice mediului rural,

²⁷⁹ Cu anumite modificări și adaptări, capitolul face parte integrantă din: Armenciu, D. (2011**), variantă publicată în limba engleză.

pentru că în aceste cazuri se deosebesc cel mai clar trăsăturile originare ale acestora. După o prealabilă expunere a principalelor tipologii de așezări și locuințe existente pe teritoriul țării, se vor considera aspecte climatice esențiale, care influențează în mod direct arhitectura, scoțând în evidență trăsăturile specifice ale construcțiilor tradiționale românești, în raport cu amplasarea acestora.

O abordare de factură bioclimatică în arhitectură presupune întocmai modul în care configurația clădirii răspunde din punct de vedere spațial, funcțional și dimensional, la condițiile geo-climatice ale unui amplasament specific. Arhitectura de factură tradițională, denumită adeseori vernaculară, este adaptată în mod intuitiv unui climat specific, în raport cu activitatea umană. De aici se poate extrage concluzia că de cele mai multe ori arhitectura tradițională deține o profundă abordare bioclimatică.

5.4.1.1 Locuirea tradițională în România

Pornind de la principiul că activitatea umană este o generatoare a arhitecturii, putem bunăoară considera faptul că edificarea este rezultatul cel mai propice al adaptării la nevoile utilizatorilor. Privind global din punct de vedere geografic, activitatea umană specifică unui loc, este de asemenea rezultatul unor condiții climatice și de conformare topografică. Din acest context de idei se poate extrage concluzia că arhitectura tradițională este rezultatul unui sistem de factori, dezvoltăți organic, în jurul activităților umane, în strânsă relație cu locul și particularitățile acestuia, respectând principii esențiale caracteristice unei abordări de arhitectură bioclimatică.

5.4.1.2 Dispunerea și forma așezărilor în teritoriu

Ținând cont de cele relatate anterior, reiterându-l pe Grigore Ionescu, se disting două aspecte care stau la baza configurării așezărilor și dispunerii acestora în teritoriu: forma acestora și activitățile specifice ale locuitorilor²⁸⁰. Așezările reprezintă un important factor economic dar și de poziționare geografică, în definirea caracterului acestora²⁸¹. Pe suprafața României se disting trei tipologii de sate, clasificarea lor urmând principiul dispunerii în teritoriu a gospodăriilor: împrăștiate, răsfirate, adunate (vezi Fig. 80). Acestea, din punct de vedere al reliefului, în corelare cu activitățile specifice localității precum și al distribuirii proprietăților în teritoriu, s-au

²⁸⁰ Ionescu, G., (1957), p.10.

²⁸¹ Ionescu, G., (1957), p.10.

conformat în lungi perioade de timp. Astfel, satele de munte sunt caracterizate de o dispunere răzleață, datorită încercărilor de adaptare la dificultățile topografice ale terenului. Aici este predominant păstoritul, activitate ce a condus la adoptarea unor tipuri de arhitectură cu utilizare permanentă sau sezonieră. În relieful de deal, dispunerea așezărilor a urmărit zone cu văi largi, protejate de acțiunile directe ale agenților climatici. Pe lângă păstorit își fac prezența și activitățile agricole sau pomicultura. La câmpie predomină caracterul agricol al localităților, în mare parte așezate în poieni sau funduri de vale. Înțelegerea acestor factori din punct de vedere a dezvoltării rurale constituie un aspect important ce permite mai departe constituirea unui sistem organic de adaptare a locuinței la aspectele climatice specifice.

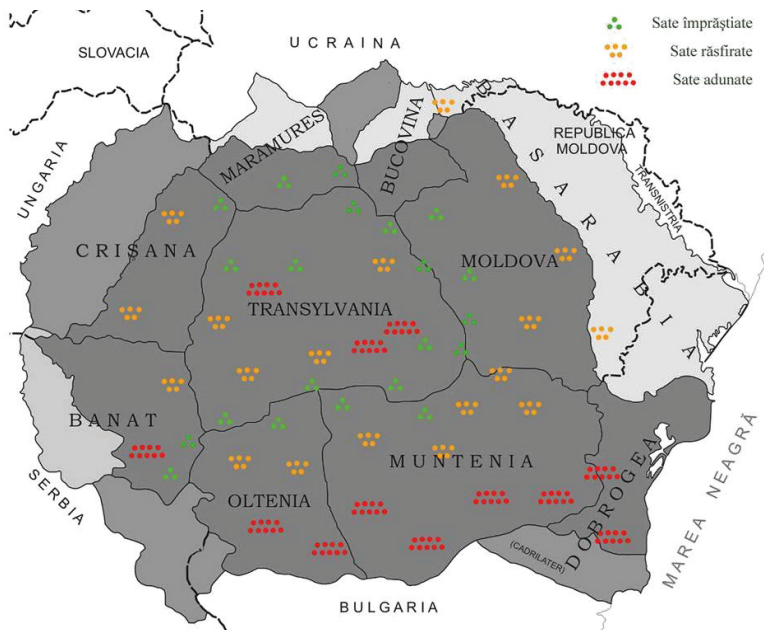


Fig. 80 - Tipologia și distribuția așezărilor rurale românești în relație cu teritoriul
(Sursa: elaborat de autor)

a) *Satul împrăștiat*

Acesta este întâlnit în regiunile muntoase, gospodăriile fiind izolate și aflate la distanțe mari una față de cealaltă. Casa, polarizatoare a teritoriului aflat în proprietate, este poziționată aleatoriu, acolo unde se întâlnesc condițiile propice locuirii: pe zone însorite, mai puțin accidentate, și cât mai protejate de agenți climatici extremi. Aici raportul dintre intervențiile antropice și cadrul natural favorizează prezența dominantă a vegetației spontane. Acest tip de așezare este des întâlnit în Munții Apuseni, între Valea Crișului Repede și Valea Mureșului, nord-estul Transilvaniei, Bazinul superior al Bicazului, Zona Sucevei, Bazinul superior al Trotușului, Bordura septentrională a Carpaților, pe malurile Oltului și în sud-estul Banatului²⁸².

b) *Satul răsfirat*

Regiunile de deal și cele de vale au favorizat premisele de difuziune a celui mai răspândit tip de așezare din România. Apariția și dezvoltarea localităților răsfirate nu au urmărit reguli clare, fapt pentru care acestea sunt dispuse neregulat în teritoriu. Așezarea gospodăriilor își are originea în formarea de grupări locale de tipul cătunelor, neregulat dispuse între ele și cu casele amplasate la limita drumului. Căile de transport sunt neregulate, urmând orografia terenului. De această dată, raportul construit - natural crește în favoarea primului dintre cele două. Natura primește caracter de ambianță și pitoresc a spațiului rural.

c) *Satul adunat*

Cel de-al treilea tip de așezare este preponderent caracteristic zonelor de câmpie, însă adeseori este prezent atât în cele de deal cât și cele muntoase, ca urmare a unor condiționări de adaptare la terenul disponibil²⁸³. Zone specifice acestui model sunt Bărăganul sau Oltenia²⁸⁴. Deși sunt dezvoltate organic, în acest caz gospodăriile sunt distribuite regulat și compact în cadrul localității. Locuințele sunt dispuse către drum. În această categorie, pe teritoriul României se disting două categorii, în funcție de originea culturală: una locală ce respectă descrierea de mai sus și

²⁸² Mihăilescu V., 1934. *Une carte de l'habitat rural en Roumanie*, Bucarest, extras din Buletinul S.R.R. de Geografie, LIII., *Apud*. Ionescu, G., (1957), p.12.

²⁸³ Ionescu, G., (1957), p.15

²⁸⁴ Curinschi V., (f.a.), p. 55.

cealaltă de origine germanică. Cea din urmă nu reprezintă un stil autohton în mod particular, fiind o tipologie implementată prin decizie politică. Este însă rezultatul unei definiri într-un context climatic relativ asemănător, dar o consecință a unui alt tip de mentalitate, caracteristică unei culturi diferite. Modelul este însă cunoscut de peste 700-800 de ani și extrem de răspândit în Transilvania.

5.4.1.3 Tipuri de configurație a locuințelor vernaculare de pe teritoriul României

Din imposibilitatea de a epuiza subiectul în cuprinsul prezentului studiu, precum și din dorința de a prezenta mai degrabă esența cazurilor reprezentative pentru diversele zone geografice ale țării, s-a încercat evitarea exemplificării clare a unor construcții în acest sens.

a) Transilvania

Gospodăria tipic transilvană este compactă, bine închisă pe toate laturile și dezvoltată în jurul unei curți interioare. Reprezintă rezultatul unui tip de dezvoltare caracterizată de amplasament și de lipsa unor vecinătăți imediate, generând nevoia de control spațial perimetral, tipologie preluată apoi în mod curent în satele răsfirate sau adunate din această zonă. Locuința este dispusă astfel încât să profite de principalele beneficii ale caracteristicilor energetice ale locului. Acoperișurile în două sau patru ape prezintă pante de scurgere extrem de accentuate, atingând adeseori valori de trei ori mai mari decât înălțimea efectivă a spațiului de locuit²⁸⁵. Învelitorile sunt realizate din materiale de primă mână accesibile țăranului: paie, șindrilă sau țiglă²⁸⁶. De multe ori casa are o fundație din piatră sau pivniță de piatră.

Cărămida și piatra se utilizează constant abia din secolul XX pentru pereți și fundație, rareori pentru case din mediul rural. Aceste materiale fuseseră utilizate încă din secolul XIX-lea în Banat și Transilvania în special în Țara Bârsei, Mărginimea Sibiului, ținutul Târnavelor etc., zone puternic influențate de arhitectura urbană²⁸⁷.

²⁸⁵ Focșa G., (1972), p.14.

²⁸⁶ Focșa G., (1972), p.16.

²⁸⁷ Curinschi V., (f.a.), p. 55.

b) *Maramureș*

În această regiune s-au aplicat reguli asemănătoare zonei Transilvaniei însă lemnul este predominant ca material de construcție. Acoperișul extrem de înalt în patru ape este învelit cu șindrilă sau paie. Și în acest caz prispa este o prezență importantă.

c) *Banat*

Regiunea istorică a Banatului a fost puternic influențată de prezența culturii de factură habsburgică, aspect materializat și în forma arhitecturală a locuințelor. Adaptarea climatică respectă același tip de principii bioclimatice arhitecturale precum în restul Transilvaniei, însă folosind materiale de construcție diferite. Acoperirea se realizează în două ape, cu pante accentuate, învelitoarea fiind din țiglă ceramică. Se deosebesc fie edificii construite din piatră și cărămidă arsă, fie temelii de piatră și suprastructuri din bârne de lemn. Casele sunt adesea prevăzute cu prispă.

d) *Moldova*

Datorită variațiilor de natură geografică a Moldovei, aici se întâlnesc câteva tipuri de locuințe înrudite, dar aplicate în mod diferit. Este prezentă casa dezvoltată pe parter, cu prispă, asemănător locuințelor transilvănene. Prispa se desfășoară pe una două sau trei laturi ale construcției. Apare pe latura nordică polata, un spațiu destinat creșterii animalelor și depozitării. Acoperirea se realiza din șindrilă, stuf sau snopi de paie de secară²⁸⁸. În funcție de cantitatea precipitațiilor planul acoperișului își schimbă înclinația. Se remarcă streșinile late ce protejează fundațiile și pereții de precipitații directe. Casele adeseori au temelie din piatră, suprastructură din lemn lăsat aparent sau tencuit cu pământ, acoperiri accentuate în patru ape, învelitoare din șindrilă. Prezența unor zone viticole au condus la adoptarea la nivelul terenului a pivniței cu rol de depozitare. Această prezență a ridicat conceptul casei parter la un nivel superior, dând naștere foișorului.

e) *Muntenia*

Casele muntenesti erau de regulă realizate din lemn, pe temelie din piatră, sistem specific zonelor de coline și de munte. Pomicultura a influențat în mod particular tipologia caselor din acest areal geografic. Aici

²⁸⁸ Focșa G., (1972), p.47.

locuințele erau prevăzute cu o pivniță cu rol de depozitare peste care se ridică restul construcției cu rol de locuire. Acestea sunt prevăzute cu prispă și adeseori cu foișor, semnal al unei situații materiale mai ridicate. Infrastructura era realizată din piatră sau zidărie de cărămidă²⁸⁹, acoperirea realizându-se cu pante medii, utilizând șindrila sau șita. Și în această regiune, există dovezi ale prezenței polatei pe latura posterioară a locuinței, spațiu destinat pentru adăpostirea animalelor²⁹⁰.

f) Oltenia

Oltenia este cea mai diversificată zonă de pe teritoriul țării, din punct de vedere arhitectural²⁹¹. Relieful extrem de variat a condus la adoptarea a diverse tipologii de configurație a locuințelor. Un astfel de exemplu este reprezentat de case dezvoltate pe parter având fundație din piatră, suprastructura din lemn, tip utilizat în zone de munte, mai împădurite. În zone caracterizate de cultivarea pomilor fructiferi a fost adoptat modelul caselor cu pivniță din piatră la subsol și suprastructură din lemn. O altă variantă adoptată au fost casele cu pivniță, construite din lemn, pământ și cărămidă, acoperite cu țiglă ceramică. Apare foișorul ce marchează accesul în pivniță, dând locuinței o imagine particular superioară față de celelalte tipuri întâlnite. Și în această zonă geografică prezența bordeielor din pământ indică rațiuni de natură economică și de apărare. Acestea erau acoperire în două ape cu o înclinație medie din cauza lipsei precipitațiilor bogate, și învelitoare din paie²⁹².

g) Dobrogea

Una din primele modele de construcții de pe teritoriul țării noastre este bordeiul. A fost răspândit inițial pe întreg teritoriul al țării din motive economice și de apărare. Totuși datorită reliefului este cel mai prezent în special în Dobrogea. Înspre litoral și podișul dobrogean se fac prezente case din lemn de stejar și acoperiș în patru ape line, învelit cu olane, modalitate de acoperire care certifică influența grecească²⁹³. În zona de deltă locuințele prezintă prispa, acoperișuri din stuf cu panta mai mare decât în podișul

²⁸⁹ Curinschi V., (f.a.), p. 55.

²⁹⁰ Focșa G., (1972), p. 39, referire la casa din muzeul satului din București, adusă din satul Rușețu, jud Buzău.

²⁹¹ *Idem*, p. 30.

²⁹² *Idem*, p.32.

²⁹³ *Idem*, p.54.

dobrogean²⁹⁴, pentru o scurgere mai rapidă a apei. Acoperișul, de cele mai multe ori este realizat în două ape, rareori în patru. Se întâlnesc case de chirpici, acoperite cu stuf în zonele de deltă. Lemnul, un material rar în aceste locuri, se folosește pentru realizarea prispelor. Și aici, punctual apare polata ca o extindere pe latura nordică a anexelor, un împrumut din arhitectura populară din zona Moldovei. Puternica prezență a morilor de vânt în această zonă geografică a României certifică conștientizarea beneficiilor energiei eoliene.

5.4.1.4 Caracteristici climatice locale în raport cu arhitectura tradițională

Arhitectura tradițională este exemplificativă în ceea ce privește aplicarea principiilor bioclimatice în arhitectură. În cele ce urmează vom urmări, în funcție de principalii factori climatici, modul în care acest tip de arhitectură a dat răspunsurile cele mai la îndemână populației existente și posibilităților tehnologice ale vremii.

a) Radiația solară

Radiația solară, atât din punct de vedere al componentei sale termice cât și a celei de natură luminoasă, implică importante efecte asupra orientării spațiilor atât în cadrul gospodăriei cât și la nivelul individual al locuinței. Controlul asupra geometriei mișcării aparente a soarelui pe bolta cerească a reprezentat crearea, în forma sa inițială, a tipologiei de locuință caracteristică arhitecturii vernaculare românești: casa cu prispă. Radiația solară directă și fructificarea energiei prin acumulare termică pe perioada iernii deține un efect limitat datorită adoptării strategiei de conservare a energiei termice interioare. Este așadar speculat în principal efectul inerției termice a materialului de construcție și mai puțin acumularea de energie solară directă. Aceeași strategie funcționează și în anotimpul cald. Pe perioada verii, prezența prispei pe latura sudică a locuinței, protejează de acumulări termice radiative, constituind un obstacol în calea accesului razelor solare. Iluminarea spațiilor interioare este mult mai importantă pe perioada sezonului rece, când activitățile omului se restrâng în cadrul locuinței. În acest sens, dimensiunea redusă a ferestrelor are mai mult un caracter funcțional, fiind dependentă de posibilitățile tehnologice ale vremii.

²⁹⁴ Șerbescu, A., p. 42.

b) Temperatura

Considerată una dintre principalele elemente de factură climatică, temperatura influențează în mod direct câteva componente esențiale ale unei construcții. Forma construcțiilor este simplă, acestea încadrându-se într-o volumetrie cât mai compactă pentru diminuarea transferului termic între exterior și interior. Un exemplu particular de construcție este cazul bordeiului în care acest principiu este utilizat la maxim.

Dimensiunea și materialul anvelopei clădirii contribuie în cazul casei tradiționale românești la conservarea temperaturii interioare a locuinței la o valoare constantă, permițând astfel îndeplinirea unor condiții interioare de confort termic, indiferent de anotimp. Spațiile locuibile au dimensiuni restrânse, înălțimea de nivel este redusă în mod special din considerente economice, însă dețin și calități energetice ridicate în raport cu utilizatorul. De asemenea interioarele au caracter minimal din punct de vedere funcțional întrucât activitatea predominantă se desfășura în afara locuinței. Excepție face sezonul rece, când îndeletnicirile se desfășurau preponderent în spațiul interior. De aici rezultă și importanța crescută a izolării termice pe timp de iarnă. Casele construite din piatră, cărămidă sau pământ fructifică inerția termică a materialului de construcție, pe când cele din lemn valorifică mai mult calitățile de izolare termică ale acestuia. Dimensiunile reduse ale golurilor contribuie la reducerea dispersiilor termice către exterior pe perioada iernală.

c) Umiditatea relativă

Acest parametru, deosebit de important în calitatea confortului atmosferic nu influențează în mod direct sau în mod particular volumetria construcțiilor. Totuși, utilizarea la scară largă a materialelor naturale, cele mai la îndemână, permeabile la vapori, permit reglarea naturală a umidității. Controlul higrtermic este de asemenea asigurat de prezența însemnată a vegetației în mediul rural, care contribuie în mod semnificativ la echilibrarea condițiilor de confort.

d) Precipitațiile

Acestea influențează în mod special forma acoperișului. În zonele cu precipitații abundente sau cu strat mare de zăpadă edificiile vernaculare s-au adaptat preluând soluția pantelor abrupte. Originea acestui gest constructiv se regăsește și în utilizarea materialelor de natură vegetală, lemn sau paie, care sub acțiunea îndelungată a umidității s-ar deteriora excesiv. Pe toată suprafața țării, condițiile climatice precum și cunoștințele

constructive au condus la adoptarea tipurilor de acoperiș în șarpantă. Nu se întâlnesc în rândul arhitecturii locuințelor edificii acoperite în terasă sau cu cupole. Dimensiunea streșinilor ori prezența prispei, a foișorului sau a cerdacului nu îndeplinesc doar rolul de control al înșoririi ci și pe acela de protejare de precipitații, prezente în formă solidă sau lichidă. Adeseori realizarea fundațiilor din piatră, cu suprastructura realizată din lemn sau pământ, indică atenția pentru protejarea construcțiilor din calea scurgerii apelor meteorice directe sau cele rezultate în urma topirii zăpezilor. Acoperișurile din zonele de munte sau podiș înalt, acolo unde stratul de precipitații se depune în formă solidă, prezintă o înclinație accentuată.

e) Regimul vânturilor

Forma acoperișurilor în patru ape, predominante pe toată suprafața țării au și rolul de a prelua din punct de vedere aerodinamic vânturile reci, influențând în cadrul gospodăriei dimensiunea zonei de calm de vânt cu rol de protecție, în mod deosebit față de vânturile reci. Se remarcă dispunerea pe laturile nord, est sau vest a pereților orbi, fără ferestre, acest lucru contribuind la protejarea fațadelor orientate în avalul vânturilor reci. Ferestrele mici nu încurajează pierderile termice prin efect convectiv datorat mișcării curenților de aer. Dispunerea construcțiilor din spațiul rural într-un mare areal de vegetație reprezintă un efect de protejare împotriva vânturilor reci. În special în Moldova apare în spatele casei polata, un spațiu de depozitare sau adăpostire a animalelor, care îndeplinește și rolul de tampon termic în calea curenților de aer rece. Vântul îndeplinește și rolul de asigurare a ventilației naturale sau al răcirii spațiilor pe perioada anotimpului cald.

5.4.2 Strategii ale proiectării bioclimatice aplicabile construcțiilor pe teritoriului României²⁹⁵

Dacă în subcapitolul anterior s-a urmărit reliefarea modului în care forma arhitecturii s-a adaptat condițiilor de natură climatică sau topografică, în cele ce urmează se intenționează ilustrarea schematică a unor strategii de control microclimatic adoptate în cazul spațiilor tradiționale românești.

²⁹⁵ Cu anumite modificări și adaptări, capitolul este fragment extras din: Armenciu D. (2012*).

a) Casa din Transilvania

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prispa);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Principiul masei termice;
- Rolul de tampon termic al acoperișului;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vapori;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

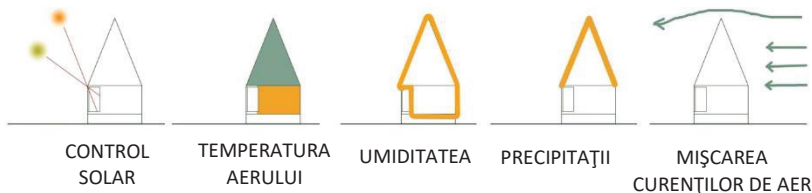


Fig. 81 - Configurarea casei din Transilvania

b) Casa din Maramureș

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prisma);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Rolul de tampon termic al acoperișului;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vaporii;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;
-



Fig. 82 - Configurarea casei din Maramureș

c) Casa din Banat

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prispă);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Principiul masei termice prin utilizarea zidăriei de cărămidă plină;
- Rolul de tampon termic al acoperișului;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vapori;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;



Fig. 83 - Configurarea casei din Banat

d) Casa din Moldova

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prispa);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Principiul masei termice prin utilizarea zidăriei de cărămidă plină;
- Rolul de tampon termic al acoperișului și al pivniței, unde este cazul;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vaporii;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Spații tampon orientate înspre direcția predominantă a vânturilor reci, în vederea reducerii dispersiilor termice prin convecție;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;



Fig. 84 - Configurarea casei din Moldova

e) Casa din Muntenia

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prispă);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Principiul masei termice;
- Rolul de tampon termic al acoperișului și al pivniței, unde este cazul;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vapori;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;



Fig. 85 - Configurarea casei din Muntenia și Oltenia

f) Casa din Oltenia

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prispa);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Principiul masei termice;
- Rolul de tampon termic al acoperișului și al pivniței, unde este cazul;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vaporii;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;

g) Casa din Dobrogea

Controlul solar:

- Orientarea cardinală respectă geometria mișcării aparente a soarelui;
- Configurația spațial - arhitecturală generală;
- Prezența unor elemente de limbaj care redau caracter tipologic arhitecturii (prispa);
- Dispunerea golurilor de ferestre înspre sud, est și vest;

Temperatura aerului:

- Izolarea termică prin materialul brut al anvelopantei;
- Principiul masei termice;
- Rolul de tampon termic al acoperișului;
- Încălzirea spațiului interior;
- Reducerea dispersiilor termice pe timp de iarnă prin configurarea spațiilor și a golurilor de acces;
- Capacitatea calorică (termică) masică;

Controlul umidității relative:

- Anvelopanta permeabilă la vapori;
- Utilizarea materialelor locului;
- Activități preponderent exterioare locuinței;
- Încălzirea spațiului interior;
- Numărul schimburilor de aer pe oră, datorat neetanșeităților elementelor de închidere;
- se profită de briza și potențialul eolian ridicat al zonei pe perioada verii pentru a evita disconfortul generat de umiditatea relativa ridicată;

Mișcarea curenților de aer:

- Protejarea și dispunerea locuinței în teritoriu și în cadrul gospodăriei;
- Ventilația naturală se realizează prin coșul de fum, dispunerea golurilor și prin numărul schimburilor de aer pe oră realizat datorat neetanșeităților elementelor de închidere;



Fig. 85 - Configurarea casei din Dobrogea

Adaptarea la climă și utilizarea resurselor naturale locale confirmă eco-compatibilitatea arhitecturii tradiționale. Actele constructive ale „omului locului” reprezintă astfel răspunsuri de adaptare la factorii care caracterizează necesitățile de ordin higrotermic. Modul de concepere a arhitecturii reflectă înțelegerea regulilor după care natura își urmează cursul

ciclic. Intervențiile tradiționale corespund astfel unor principii de proiectare definite astăzi după regulile echilibrului ciclurilor de viață a resurselor pământului (Life Cycle Assessment).

Arhitectura tradițională dezvoltată pe teritoriul României este un exemplu de adaptare a activității omului la condițiile climatice specifice, generând ansambluri constructive concepute în acord cu principiile proiectării bioclimatice.

Este reliefat modelul intuitiv de adaptare a arhitecturii la condițiile geo-climatice locale, identificându-se în mod analitic, soluții valabile de strategii de proiectare bioclimatice. Acestea deserveșc un sistem străvechi de funcționare, clar definit în funcție de ciclul anotimpurilor. Se delimitează primăvara și toamna ca perioade destinate activităților agriculturii sau cele din proximitatea imediată a gospodăriei, desfășurate în mod echilibrat atât în interiorul cât și în exteriorul locuinței. În aceste perioade, fluxul consumului resurselor și balanța energetică dintre cele două medii, al locuinței (protejate) și al celui natural (neprotejat), sunt echilibrate. Iarna reprezintă sezonul critic din acest punct de vedere, întrucât marea parte a activităților sunt focalizate în interiorul locuinței. Ca atare, confortul microclimatic interior este prioritar și centralizat pe strategii menite să limiteze schimburile energetice, ținând cont de diferențele mari ale condițiilor higrotermice. Această perioadă reprezintă de asemenea și maximul de consum al resurselor, destinate în principal încălzirii spațiilor locuinței. La polul opus se regăsește perioada estivă, când întreaga serie de activități este polarizată cu precădere înspre spațiul exterior, prin prisma agriculturii, creșterii animalelor etc..

În raport cu tipologiile de strategie propuse de Reiner Banham, arhitectura vernaculară de pe teritoriul României se identifică prin „modelul conservativ”, fiind în relație cu schimburile energetice de bază între mediu și edificiu, generând edificii care răspund în mod „pasiv” contextului climatic corespunzător.

Studiul de față reflectă relația dintre principiile proiectării bioclimatice și strategiile adoptate, în scopul aprofundării procesului teoretic al proiectului de arhitectură și în principal în acela de a înțelege adaptarea tradițională a locuinței românești la geo-climă.

6.

CONCLUZII

6.1 Verificarea obiectivelor

Teza de doctorat care a stat la baza prezentei publicații și-a propus încă de la început îndeplinirea unor obiective care, pentru domeniul proiectării bioclimatice în România, doresc să ilustreze câteva aspecte de bază ce privesc modalitățile de adaptare a spațiilor construite la clima locală. Pe lângă provocarea de a trata tematici din domeniul geografiei, care nu se găsesc în sfera uzuală de preocupare a arhitectului, s-a propus realizarea unui instrument de proiectare.

Metodele de cercetare enunțate la începutul lucrării au constituit mijloacele academice de bază în vederea fundamentării temelor discutate. Anumite subiecte cheie constituie elemente originale, integrate în conținutul lucrării, contribuind la evoluția cercetării în acest câmp de studiu, în limitele cumulului de informații, a complexității subiectului și a experienței practice dobândite. Astfel, contribuția personală la evoluția procesului de proiectare bioclimatică se focalizează în primul rând prin aplicativitatea sa la nivelul național.

Deși este cunoscută preocuparea diversilor specialiști din România pentru subiectul arhitecturii eco-compatibile, studiile acestora nu au lăsat rezultate materializate sub forma unor lucrări de cercetare, care să constituie elemente de substanță în cazul tezei. Diverse încercări experimentale mai recente, precum modelul casei pasive executată în cadrul Universității Politehnice din București sau cele realizate cu ocazia competițiilor internaționale Solar Decathlon, au fost finalizate cu succes, însă reprezintă realizări punctuale care nu corespund obiectivelor acestei cercetări. În plus, ca un aspect de actualitate, proiectanții români au astăzi la îndemână o legislație și norme tehnice de aplicare pentru proiectarea clădirilor nZEB.

Lucrarea se conturează în jurul a două obiective majore: definirea unei metodologii de proiectare bioclimatică și ilustrarea potențialului bioclimatic pe teritoriul României. Subcapitolele următoare vor atinge aceste tematici, pentru a evidenția modul în care au putut fi duse la îndeplinire, obstacolele întâlnite și concretizarea lor în cadrul tezei.

Definirea rolului pe care omul îl deține în cadrul „Arhitecturii” a fost unul din aspectele care în mod permanent a apărut în confruntarea dintre mediul construit și cel natural. În acest sens s-a urmărit o abordare fenomenologică de tip antropologic bazat pe texte de specialitate specifice: originea omului, originea arhitecturii, caracteristici simbolice și funcționale în modelarea spațiului. De aceea, capitolele „Arhitectura între solstiții” și „Omul ca entitate centrală în proiectul de arhitectură” evocă prezența omului ca personaj nodal în concepția spațiilor și activitățile acestuia ca fluxuri modelatoare ale arhitecturii.

Un demers extrem de important, căruia i s-a atribuit o mare atenție prin studiul literaturii internaționale din domeniu, a constat în procesul de definire teoretică a proiectării bioclimatice, în raport cu tematica sustenabilității, pornind de la primele lucrări din domeniu și încheind cu texte de ultimă apariție. Astfel, s-a definit sintagma proiectării bioclimatice, alături de alte noțiuni conexe. Urmând aceeași linie procedurală, s-a conceput și ilustrat schema meta-proiectului, scheletul structural al metodologiei propuse. Aceste considerente au avut la bază și dorința personală de definire a acestor noțiuni, datorită modului lor limitat de înțelegere pe scena profesională și academică românească, aspect motivat prin lipsa textelor de specialitate.

Cu siguranță se poate afirma faptul că cea mai mare provocare a studiului a fost aceea de a accesa un teritoriu relativ străin, atacând tematicile subsidiare ale ecologiei și geografiei, cu precădere pe acelea ale bioclimatologiei, sursa generatoare a acestui tip de abordare a proiectării de arhitectură. Scopul acestei „intruziuni” este acela de implementare a unor metode de analiză premergătoare unui proiect preocupat de evaluarea resurselor unui amplasament, scopul final fiind acela de extragere a principiilor de proiectare bioclimatică și ulterioara definire a strategiilor de intervenție.

6.2 Rezultatele metodologiei propuse

Metodologiile de proiectare ale arhitecturii sunt componente ale un mecanism flexibil, complex, adaptabil la tipul de intervenție sau de funcțiune propusă, dar în special la condițiile climatice sau culturale ale

„locului”. Teza a urmărit să răspundă în permanență modalităților de ilustrare a caracteristicilor spațiului iar modul cel mai potrivit de a atinge această exigență se dovedește a fi stabilit prin intermediul analizelor de amplasament și de confort ambiental. Modalitățile de exprimare au condus la adoptarea unui limbaj academic și profesional, apropiat figurii arhitectului, în vederea acomodării cu terminologia, metodele și instrumentele de analiză în domeniile respective. Pornind de la schema procesului de proiectare propusă de Mario Grosso, care integrează valoarea echilibrului ambiental, o contribuție personală a acestui sector de cercetare este asigurată de identificarea fazei meta-proiectului și în mod particular de extragerea aspectelor corelate cu bioclimatologia umană.

Separarea totală a celor două medii principale de analiză, climatice și de confort ambiental, s-a dovedit a fi imposibilă, întrucât acestea sunt interdependente. În urma enunțării acestora, s-a definit „Modelul bioclimatic de confort spațio-temporal” ilustrat prin coroborarea dintre „Sinteza funcțională de confort ambiental” și „Sinteza spațial-bioclimatică”. Anexele atașate la finalul tezei urmăresc succesiv etapele propuse spre a fi urmate în acest demers.

Astfel se identifică următoarele „fișe” de analiză:

A – Analize bioclimatice

Anexa A1:	Date generale ale amplasamentului
Anexa A2:	Date climatice – Temperatura aerului
Anexa A3:	Date climatice – Umiditatea relativă
Anexa A4:	Date climatice – Regimul vânturilor
Anexa A4*:	Date climatice – Regimul vânturilor (Roze lunare a vânturilor)
Anexa A4**:	Date climatice – Regimul vânturilor (Sinteza microclimatică datorată vânturilor)
Anexa A5:	Date climatice – Radiația solară
Anexa A5*:	Date climatice – Radiația solară (pentru suprafețe cu diverse orientări)
Anexa A6:	Date climatice – Nebulozitatea
Anexa A7:	Date climatice – Albedoul și solul
Anexa A8:	Date climatice – Regimul precipitațiilor
Anexa A9:	Date climatice – Morfologia terenului

B – Analize de confort spațial

Anexa B1: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Activitățile și repartiția anotimpuală/diurnă)

Anexa B2: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Interacțiuni/compatibilități funcționale)

Anexa B3: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Exigențe spațial-personale)

Anexa B4: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Exigențe spațiale generale)

Anexa B5: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Exigențe spațiale specifice)

Anexa B6: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Resurse necesare)

Anexa B7: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Reziduuri și emisii produse)

C – Analize de confort ambiental

Anexa C1: Analize de confort – Asigurarea confortului uman (Modelul de confort PMV-PPD)

Anexa C2: Analize de confort – Diagramele de confort (Diagrama psihrometrică în condiții de IARNĂ)

Anexa C3: Analize de confort – Diagramele de confort (Diagrama psihrometrică în condiții de VARĂ)

Anexa C4: Analize de confort – Diagramele de confort (Diagrama psihrometrică în condiții de PRIMĂVARĂ/TOAMNĂ)

D – Matricea microclimatică a amplasamentului

Anexa D1: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Orientarea)

Anexa D2: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Studiul orientării în funcție de radiația solară)

Anexa D3: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Orientarea spațiilor)

Anexa D4: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt VARA)

Anexa D5: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt IARNA)

Anexa D6: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt PRIMĂVARA/TOAMNA)

E – Rezultatele meta-proiectului

- Anexa E1: Rezultatele meta-proiectului – Principiile proiectării bioclimatice
- Anexa E2: Rezultatele meta-proiectului – Scenarii de funcționare energetică
- Anexa E3: Rezultatele meta-proiectului – Definirea strategiilor de intervenție

Metodologia propusă se finalizează prin identificarea etapelor finale ale meta-proiectului, respectiv: extragerea principiilor bioclimatice urmată de definirea strategiilor de intervenție. Între acestea se interpune identificarea unor scenarii de intervenție, etapă care presupune evaluarea mai multor variante de strategii. Acestea sunt asociate conceptului arhitectural de organizare funcțională, reprezentat prin prisma matricei microclimatice. Astfel, arhitectul va avea posibilitatea ulterioară de a le cumula sub un unic înveliș conceptual, al cărui materializare este exemplificată prin prisma studiilor de caz ce fac obiectul capitolului omonim. Urmărind modul de reprezentare a rezultatelor finale, ceea ce s-a concretizat în urma studiului poate fi definit mai degrabă ca o metodologie de analiză, decât una de proiectare efectivă, ce ține cont de particularitățile de natură bioclimatică. Privind din această perspectivă, pot fi resimțite tendințele didactice care conferă o nuanță de ghid de procedură, datorită modului de marcare a pașilor necesari a fi urmați.

6.3 Ilustrarea potențialul bioclimatic al arhitecturii din România

Lucrarea acordă un spațiu semnificativ pentru ilustrarea diverselor caracteristici climatice sau de confort ambiental adaptate la teritoriul României. Acestea au fost dezvoltate în mod independent pentru fiecare factor/parametru climatic în parte, dar și în mod separat, studiate la nivel național, vizând modurile de răspuns ale arhitecturii vernaculare românești la particularitățile climatice caracteristic diverselor regiuni. Se realizează astfel un studiu de ilustrare a potențialului bioclimatic în arhitectură, potrivit climei din România. Sunt exprimate succesiv răspunsurile arhitecturale pentru radiația solară, temperatură, regimul vânturilor, umiditatea relativă și precipitații. De asemenea sunt evidențiate trăsăturile particulare ale așezărilor, prin adaptarea lor la morfologia terenului și la tipul activităților desfășurate. Studiul pe arhitectura tradițională exprimă limitele dar și avantajele pe care le denotă cunoașterea modului de

adaptare la clima locală, privite ca puncte de pornire pentru evoluția viitoare a alegerilor arhitecturale. În acest fel, prin instrumentul nelimitat al interpretării conceptuale, este posibilă realizarea unei arhitecturi contemporane, cu o estetică adaptată perioadei actuale, utilizând chiar rețete strategice care și-a dovedit valabilitatea în timp. Prin prisma fenomenului de evoluție, soluțiile tehnico-arhitecturale pot ieși din sfera interpretării tradiționale și sunt adaptabile, în acord cu tipologia strategică a modelului selectiv. În cadrul studiilor aplicate tipologiilor arhitecturale caracteristice teritoriilor românești, este exemplificată suplimentar una dintre ideile de bază ale cercetării, aceea conform căreia arhitectura este un mijloc de exprimare spațială a fluxurilor funcționale.

6.4 Limitările studiului

Pe parcursul cercetării s-au întâmpinat câteva limitări în raport cu obiectivele instaurate inițial. Dintre acestea, în cea mai mare măsură, se identifică problematica accesului la bazele oficiale de date climatice, datorită costurilor ridicate implicate. Acest lucru a condus la soluția particularizării studiului cu ajutorul datelor publice accesibile pentru municipiul București. Acestea au fost găsite în bibliografia de specialitate citată, folosind date ale Agenției Naționale de Meteorologie (1961-2000) sau pe platforma *EnergyPlus*, aparținând *US Department of Energy*.

Fiind propusă o procedură destinată arhitecților, pe parcursul studiului s-au ilustrat diverse metode de analiză sau instrumente cu caracter empiric. Datorită modalităților de reprezentare geometrică, sunt astfel exprimate și interpretate date de factură calitativă și nu cantitativă. De aceea, de cele mai multe ori este esențială colaborarea cu specialiști în domeniile în cauză. Metodologia propusă determină niște rezultate care, în faza meta-proiectului se limitează la ilustrarea conceptului de organizare spațială și a strategiilor de funcționare energetică. În comparație cu modalitatea „clasică” de proiectare, timpii necesari până în această fază sunt cu siguranță superiori, având însă avantajul unor soluții arhitecturale îmbunătățite. Rezultatele obținute urmează apoi a fi interpretate și din punct de vedere formal, prin prisma subiectivismului caracteristic arhitectului.

6.5 Sugestii pentru eventuale cercetări ulterioare

Teza tratează un sector distinct din punctul de vedere al demersului destinat edificării, limitându-se la etapa meta-proiectului. Fiind o fază premergătoare, de început al acestui traseu, metodologia propusă

lasă loc unei continuități a studiului și pentru pașii succesivi, permițând astfel și acoperirea preocupărilor pentru aspecte estetice, tehnologice, culturale etc..

Date fiind limitările citate la subcapitolul anterior, se lasă loc unor posibile noi direcții de analiză, ce pot aprofunda anumite tematici specifice. Astfel de subiecte se pot dezvolta ca linii generale de cercetare după cum urmează:

- studii aprofundate aplicative, destinate unui anumit program de arhitectură;
- studii aprofundate aplicative, destinate unei anumite zone geografice sau localitate;
- studii aplicative orientate pe anumite tipologii spațial-arhitecturale;
- studii aplicative adaptate spațiilor urbane;
- studii aplicative adaptate spațiilor interioare;
- continuarea etapelor succesive din cadrul fazelor de proiectare;
- preocuparea pentru adoptarea tehnologiilor pasive, pe baza rezultatelor meta-proiectului;

7.

BIBLIOGRAFIE

Almusaed, A., (2011), *Biophilic and Bioclimatic Architecture*, Springer, London.

Armellini, G., (1941), *Astronomia e geodesia*, Enciclopedia Scientifica, Serie 1, no. 5, Valentino Bompiani.

Armenciu, D., (2009), „Principii bioclimatice în arhitectură”, în *Igloo - Habitat & Arhitectură*, nr. 95, octombrie 2009, pp. 34-36, Igloo Media, București.

Armenciu, D. (2009*), „Arhitectura bioclimatică - Definire, concepte, formă”, în *Igloo Habitat & Arhitectură*, nr. 93 - septembrie 2009, Igloo Media, București.

Armenciu, D. N., (2010*), „Ventilația naturală în proiectarea de arhitectură”, în *Igloo - Habitat & Arhitectură*, nr. 98, februarie 2010, pp. 30-31, Igloo Media, București.

Armenciu, D., (2010**), „Cicluri de viață ale materialelor în arhitectură”, în *Igloo - Habitat & Arhitectură*, nr. 102, 2010, pp. 44-47.

Armenciu, D., (2011), „Arhitectura între solstiții”, în *Research 2010-2011, Din stratigrafia cercetării în Arhitectură și Urbanism*, Derer. H. (ed.), Paralela 45, Pitești.

Armenciu, D., (2011*), „Estimarea dimensiunii zonelor de calm de vânt din jurul construcțiilor”, în *Research 2010-2011, Din stratigrafia cercetării în Arhitectură și Urbanism*, Derer. H. (ed.), Paralela 45, Pitești.

Armenciu, D., (2011**), „The traditional bioclimatic architecture in the Romanian geographic and climatic context”, în *Collegium Geographicum. Proceeding book. Energia Transylvaniae. International conference on solar, wind and bioenergy*, pp. 103-111, Abel Publishing House, Cluj.

Armenciu, D., (2012), „Conceptul de arhitectură sustenabilă în România” în *Igloo, Habitat&Arhitectură*, nr. 125.

Armenciu, D., (2012*), „Principii și strategii de control microclimatic în interioarele tradiționale românești” în *Analele Arhitecturii*, nr. 2, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Arredi, M. P., (1992), *Principi di architettura, Antologia di teoria della progettazione*, Utet, Torino.

ASHRAE, (2009), *ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI)*.

Banham, R., (1993), *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna*, Editori Laterza, Roma-Bari.

Bazac, G., (1983), *Influența reliefului asupra principalelor caracteristici ale climei României*, Editura Academiei, București.

Behling, S.; Behling, S., (1996), *Solar Power, The Evolution of Solar Architecture*, Prestel Verlag, Munich.

Benedetti, C., Bacigalupi, V., (1980), *Progetto ed Energia*, Edizioni Kappa, Roma.

Benedetti, C., (1994), *Manuale di architettura bioclimatica*, Maggioli Editore, Rimini.

Benedetti, C., (2003), *Progetto Ambiente*, Edizioni Kappa, Roma.

Bennett, J.A., (1987), *The Divided Circle; A history of instruments for Astronomy Navigation and Surveying*, Phaidon, Christie's Limited, Oxford.

Boutet, T. S., (1987), *Controlling air movement; A manual for Architects and Builders*, McGraw Hill Book Company, New York, USA.

Bruno, S., (1999), *Progettazione bioclimatica e Bioedilizia; Manuale di architettura per edifici e impianti ecocompatibili*, Il Sole 24 Ore, Milano.

Brown, R.D., (2010), *Design with microclimate; The Secret to Comfortable Outdoor Space*, Island Press, Washington.

Brujan, E.A., (f.a.), *Ventilația și condiționarea aerului*, Curs Facultatea de Energetică, Universitatea Politehnică București, (accesat la data de 15.04.2011, la adresa: <http://www.hydrops.pub.ro/brujiangurs.htm>).

Buono, M., (1998), *Architettura del vento. Design e tecnologia per il raffrescamento passivo*, Clean Edizioni, Napoli.

Butera, Federico M., (1992), *Energia e tecnologia fra uomo e ambiente – Complementi di Fisica Tecnica per architetti*, CittaStudi, Milano.

Butera, Federico M., (1995), *Architettura e ambiente – Manuale per il controllo della qualita termica, luminosa e acustica degli edifici*, Etaslibri, Milano.

Cajati, C., Picone, L., (1982), *Teorie e metodi progettuali*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.

Casini, M., (2009), *Costruire L'ambiente, Gli strumenti e i metodi della progettazione ambientale*, Edizioni Ambiente, Milano.

Cassirer, E., (1994), *Eseu despre Om. O introduce în istoria culturii umane*, traducere de C. Cosma, Humanitas, București.

Charles, K.E., (2003), *Fanger's Thermal Comfort and Draught Models*, IRC Research Report RR-162, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada.

Ciulache, S.; Ionac, N., (2008), *Atlasul bioclimatic al României*, Ars Docenti, București.

Commoner, B. (1980), *Cercul care se închide*, București, Editura Politică.

Crișan, R., (2004*), *Analiza integrativă a valorii culturale și de utilizare a clădirilor existente, Volumul 1 - Ghid*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Crișan, R., (2004**), *Analiza integrativă a valorii culturale și de utilizare a clădirilor existente, Volumul 2 - Anexe*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Curinschi V., (f.a.), *Istoria Arhitecturii in România*, Editura Tehnica, Bucuresti.

Davoli, Pietromaria, (1993), *Architettura senza impianti - aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale*, Alinea Editrice, Firenze;

De Pascalis, F. (2001), *Progettazione bioclimatica*, Dario Flaccovio Editore, Napoli;

DeKay, M., Brown, G.Z., (2014), *Sun, Wind & Light*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Eliade, M., (1995), *Sacrul și profanul*, Humanitas, București.

Eliade, M., (2000), *Istoria religiilor și credințelor religioase*, Univers Enciclopedic, București.

Eliade, M., (2008) – Mircea ELIADE, *Mitul eternei reîntoarceri*, Univers Enciclopedic, București.

Evans, J.M., (2007), *The Comfort Triangles: A new tool for bioclimatic design*, Phd. Thesis, Technische Universiteit Delft, (acesat la data de 30.10.2010, la adresa: <http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3A5a12f90e-2e07-4ba7-b21f-1da81c5c523a/>)

Fabian, A.; Vincent, I., (1985), *Astronomia, Enciclopedia Cambridge*, Editori Laterza, Roma-Bari.

Focșa G., (1972), *Muzeul satului București*, Editura Meridiane, București.

Foti, M., (1977), *L'abitabilità per l'uomo negli spazi costruiti*, Levrotto&Bella, Torino.

- Francese, D., (1996), *Architettura bioclimatica*, UTET, Torino.
- Frateili, E., (1973), *Una autodisciplina per l'architettura*, Dedalo Libri.
- Gaivoronschi, V., (2002), *Matricile spațiului tradițional*, Paideia, București.
- Gallo, C.; et. al., Ed., (1998), *Architecture: Confort and Energy*, Pergamon - Elsevier Science Ltd., Oxford.
- Garg, H. P., (1982), *Treatise on Solar Energy*, Volume 1, *Fundamentals of Solar Energy*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Giachetta Andrea, Magliocco Adriano, (2007), *Progettazione sostenibile, Dalla pianificazione territoriale all'ecodesign*, Carocci Editore, Roma.
- Ginelli, E., Ed., (2008), *La ricerca a fronte della sfida ambientale, Materiali del III Seminario OSDOTTA*, Firenze University Press, Firenze.
- Givoni, B., (1969), *Man, Climate and Architecture*, Elsevier Publishing Company LTD, Barking, Essex.
- Givoni, B., (1998), *Climate considerations in building and urban design*, John Wiley & Sons, New York, SUA.
- Granata, Fiorella Granata, (2008), *Economia eco-sistemica ed efficienza bio-architettonica della città*, Francoangeli, Milano.
- Greene, L., Burke, G., (2007), *Beyond self-actualization* în „Journal of Health & Human Services Administration”, september 1.
- Grosso, M., (1986, (1982)), *Dinamica delle Ombre*, CELID, Torino, Italia.
- Grosso, M., (1997), (I edizione), *Il raffrescamento passivo degli edifici; Concetti, precedenti architettonici, criteri progettuali, metodi di calcolo e casi studio*, Maggioli Editore, Rimini, Italia.

Grosso, M., (2004), *Ecocompatibilita in architettura: concetti, paradigmi e approccio al progetto*, în "Riciclare in architettura; Scenari innovativi della cultura del progetto", Ed. Gangemi Virginia, Clean, Napoli.

Grosso, M.; Scudo, G. et. al. (2005), *Progettazione ecocompatibile dell'architettura*, Esselibri, Napoli.

Grosso, M., (2008*), *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato*, II Ed, Maggioli Editore, Santarchangelo di Romagna.

Grosso, M., (2008**), „Progettazione bioclimatica”, in: *Architettura sostenibile*, Luca Castelli (Ed.), pp. 5-40, UTET, Torino.

Grosso, M., (2008***), „Linee guida per la progettazione bioclimatica a scala insediativa”, in: *Effettocittà Stare vs. Transitare, La riqualificazione dell'area dismessa di Napoli Est*, Maria I. Amirante (Ed.), pp. 61-65, Alinea Editrice.

Gunter, R.T., (1976 (1932)), *The Astrolabes of the World*, The Holland Press, London.

Hawkes, D., (2004), *The Selective Environment: Environmental Design and Cultural Identity*, accesat în data de 12.08.2023, https://www.academia.edu/10232322/The_Selective_Environment_Environmental_Design_and_Cultural_Identity

Heath, K.W., (2009), *Vernacular Architecture and Regional Design: Cultural Process and Environment Response*, Elsevier, Oxford.

Hegger, M., Fuchs, M., et. al., (2008), *Energy Manual; Sustainable Architecture*, Birkhauser/Edition Detail, Basel.

Hyde, R., ed., (2008), *Bioclimatic housing; Innovative designs for warm climates*, Earthscan, London;

Indicativ Mc 001/2-2006, *Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor Partea a II-a - Performanța energetică a instalațiilor din clădiri*, Ministerul Transporturilor Construcțiilor și Turismului.

Ionac, N., (1998), *Clima și comportamentul uman*, Editura Enciclopedică, București.

Ionescu, G., (1957), *Arhitectura populară românească*, Editura Tehnică, București.

IRS Standard Român, (1997), *SR-4839 – Instalații de Încălzire, Numărul anual de grade-zile*, București.

Izard, J-L., (1982), *Archi Bio*, trad. Coppa, P.; Merello B., Clup, Milano.

Jankovich, B. (1990), *Clima e progetto*, Edizioni Medicea, Firenze.

LaGro, J.A., (2001), *Site Analysis, A contextual approach to sustainable land planning and site design*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Lăzărescu, C., (1972), *Arhitectura românească în imagini*, Editura Meridiane, București.

Lebedev I.S.; Jurov, C., (1985); *Arhitectura bionică și bioclimatică*, Editura Tehnică, București.

Lechner R., (2001), Second Edition, *Heating, Cooling, Lighting*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Lechner, R., (2009), Third Edition. *Heating, Cooling, Lighting*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Levi-Strauss, C., (1997 (1970)), *Primitivi e Civilizzati, Conversazioni con Georges Charbonnier*, Rusconi Ed., Milano.

Lloyd J., David, (1998), *Architecture and the Environment, Bioclimatic Building design*, Edit. Laurence King,

Maciel, A.A., (2007), *Bioclimatic integration into the architectural design*, Phd. Thesis, University of Nottingham, England, (acesat la data de 20.11.2010, la adresa: www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/tese_alexandra_nottingham.pdf);

Max-Neef, M. A., (1991), *Human scale development - Conception, Application and Further Reflections*, The Apex Press, New York – London.

Maslow, A.H., (1943), „A Theory of Human Motivation” în *Psychological Review*, nr. 50, pp. 370-396.

Maslow, A.H., (1971), *The Farther Reaches of Human Nature*, New York: Viking Press.

McGowan, J. F., (2009), *Kepler's New Astronomy*, in <http://math-blog.com/>, accesat la data de 18.12.2009.

Mihăilescu, V., (1934), *Une carte de l'habitat rural en Roumanie*, Bucarest, extras din „Buletinul S.R.R. de Geografie”, LIII.

Mitrache, G., (2002), *Tradiție și Modernism în Arhitectura Românească*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Minguzzi, G., Ed. (2006), *Architettura Sostenibile. Processo costruttivo e criteri biocompatibili*, Skira Editore, Milano.

Morrison, P&P, (1990 (1986)), *Potenze di dieci – Le dimensioni delle cose nell'Universo (Powers of Ten - About the relative Size of Things in the Universe)* Zanichelli Editore, Bologna.

Mura, G., Rogora A., (1998), *La progettazione bioclimatica con il software DESA*, Ulrico Hoepli Editore, Milano.

Nicoletti, M., Ed., (1998) *Architettura ecosistemica (l'equilibrio ambientale nella città)*, Gangemi Editore, Roma.

Neri, P., Ed., (2008), *Verso la Valutazione Ambientale degli edifici*, Alinea Editrice, Firenze.

Ochinciuc, C., (2002), *Conceptul dezvoltării durabile în arhitectura : Proiectarea integrată*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Ochinciuc, C., (2006), *Arhitectura și schimbarea climatică*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Ochinciuc, C., (2006*), *Propunere de introducere a indicatorilor pentru clădirile durabile*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Olesen, B.W., (1982), „Thermal Comfort” în *Technical Review*, no.2, Brüel&Kjaer, Denmark.

Olgay, V.; Olgay, A. (1957), *Solar Control and Shading Devices*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Olgay, V., (1963), *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Paoella, A., (2001), *L'edificio ecologico. Obiettivi, Ricognoscibilita, Caratteri, Tecnologie*, Gangemi Editore, Roma.

Parcevaux. de S., Huber, L. (2007), *Bioclimatologie; Concept set applications*, Editions Quae, Paris.

Pană, R., (2010), *Fizica Construcțiilor – Higrotermică, însorire și protecție solară*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București.

Peeters, L., de Dear, R., et. al. (2009), „Thermal comfort in residential buildings: Comfort values and scales for building energy simulation” în *Applied Energy*, Elsevier, Oxford.

Povară, R., (2004), *Climatologie generală*, Editura Fundației „România de Mâine”, București.

Povară, R., (2006), *Meteorologie generală*, Editura Fundației „România de Mâine”, București.

Powell, R., Ed. (1985), *Regionalism in Architecture*, The Aga Khan Award for Architecture, Concept Media, Singapore.

Riva, R., *Il mettaprogetto del Ecomuseo*, (Tesi di dottorato), Politecnico di Milano, Polo Regionale di Mantova, Dipartimenti BEST / INDACO.

Rogora, A., (2003), *Architettura e bioclimatica*, Esselibri - Sistemi Editoriali, Napoli.

Romano, G., (1995), *Orientamenti ad sidera. Astronomia, riti e calendari per la fondazione di templi e città*, Edizioni Essegi, Ravenna.

Saberi, O., Saneei, P., Javanbakht, A., (f.a.), *Thermal Confort in Architecture*, <http://nceub.commoncense.info/uploads//Saberi.pdf>, accesat în 04.09.2011.

Sala, M.; D'Audino, E., (1997), *Lessico di tecnologia bioclimatica*, Alinea Editrice, Firenze.

Salmon, C., (1999), *Architectural Design for Tropical Regions*, John Wiley & Sons, New Jersey.

Sandu I, et. al. (Ed.), (2008), *Clima României*, Editura Academiei Romane, București.

Sandu, I., Coord. - Administrația Națională de Meteorologie, (2008), *Clima României*, Editura Academiei Române, București.

Sarté, S.B., (2010), *Sustainable Infrastructure: The Guide to Green Engineering and Design*, John Wiley & Sons, New Jersey.

Severino, N., (1997), *Storia dell'obelisco e dell'orologio solare di Augusto in Campo Marzio*, Roccasecca, Roma.

Spagnolo, M., (2007), *Efficienza energetica nella progettazione*, DEI - Tipografia del Genio Civile, Roma.

Stănculescu, F., et. al., (1973), *Tezaur de arhitectură populară din Gorj*, Editura Scrisul Românesc, Craiova.

Stoenescu, M., Tistea, D., (1962), *Clima Republicii Populare Romane*, Institutul Meteorologic, București.

Szokolay, S., (2004), *Introduzione alla progettazione sostenibile* (din originalul *Introduction to Architectural Science*), Hoelpi, Milano.

Șerbescu, A., în Andreșoiu, B., (Ed.), (2008), *Stuf. Case Tradiționale din Delta Dunării*, Igloo Media, București.

Theuerkorn, F., (2005), *Lightweight Enterprise Architectures*, Auerbach Publications, Boca Raton, Florida.

Tucci, F., (2008), *Tecnologia e Natura*, Alinea Editrice, Firenze.

Vinaccia, G., (1939), *Il corso del sole in urbanistica ed edilizia. Contributo alla razionalizzazione dell'architettura*, Editore Ulrico Hoepli, Milano.

Vitruvius, (1998), *De architectura*, traducere de Franca Bossalino e Vilma Nazzi, Edizioni Kappa.

Volwahren, A., (2001), *Cosmic Architecture in India. The Astronomical Monuments of Maharaja Jai Singh II*, Prestel-Verlag, Munchen, London, New York, Mapin, Ahmedabad.

Wedeburn, O., Ed., (2009), *Climate and Architecture*, Exhibition at the Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Architecture, Copenhagen, 20 noiembrie - 20 decembrie 2009, accesat la <http://www.scribd.com/doc/22858361/Climate-and-Architecture>, la data de 11.08.2012.

Wienke, U., (1999), *Dizionario dell'edilizia bioecologica*, DEI, Roma.

Yadav, M.A., (2008), *Defining ecological regionalism - A theoretical perspective*, în Broadbent, G.; Brebbia, C.A.; „Eco-Architecture II: Harmonisation between Architecture and Nature”, WIT Press, Southampton, Boston.

Yeang, K., (1996), *The skyscraper bioclimatically considered*, Academy Editions, London.

Văduva, I., (2008), *Clima României*, Editura Fundației România de Măine, București.

<http://www8.informatik.uni-erlangen.de/IMMD8/Services/Astrolab/>, accesat la data de 18.12. 2009.

www.islandnet.com, accesat la 30.03.2010.

www.shodor.org, accesat la 30.03.2010.

<http://www.msa.ac.uk/colleges/bioclimate/>, accesat la 14.04.2010.

www.bioarchitecture.ie, accesat la 14.12.2010.

<http://www.youtube.com/watch?v=tYONQW78qbE>, accesat la 12.01.2011.

<http://adoss.com/en/inicio/index.asp?iddoc=69>, accesat la 20.01.2011.

<http://www.aia.org/practicing/groups/kc/AIAS074684>, - „The American Institute of Architects”; accesat la 29.01.2011.

http://www.myetymology.com/encyclopedia/Victor_Olgay.html, accesat la 01.02.2011.

www.solarcom.ro, accesat la 21.05.2011.

www.globalbioclimatics.org/form/web.htm, accesat la 05.06.2011.

http://chinahousing.mit.edu/english/china/specific/energy_beijing+shanghai/index.html, accesat la 05.06.2011.

www.l-e-s-s.co.uk/Guides/ThermalComfort/DefiningComfort.htm, accesat la 10.06.2011.

www.suryakund.com, accesat la 10.06.2011.

<http://www.businessballs.com/maslow.htm>, accesat la data de 12.08.2012.

<http://www.new-learn.info/packages/clear/thermal/people/requirements/analytical/index.html>, accesat la 12.08.2012.

http://www.engineeringtoolbox.com/metabolism-clothing-activity-d_117.html,
accesat la 14.08.2012.

http://ro.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:Albedo-e_hg_%28ro%29.svg,
accesat la 14.08.2011.

<http://www.profudegeogra.eu/wp-content/uploads/2011/10/Harta-solurilor-Romaniei2.gif>, accesat la 14.08.2011.

<http://www.profudegeogra.eu/harta-fizica-a-romaniei>, accesat la 14.08.2011.

<http://www.treehugger.com/green-architecture/five-things-you-should-know-you-start-your-next-leed-project.html>, accesat la 21.05.2012.

<http://venus.iis.u-tokyo.ac.jp/english/Facilities/facilities.htm>, accesat la 21.05.2012.

<http://energieregenerabila.net/energia-regenerabila-in-romania-1.html>,
accesat la 21.07.2012.

http://www.engineeringtoolbox.com/met-metabolic-rate-d_733.html,
accesat la 14.08.2012.

<http://www.meteoromania.ro/index.php?id=335>, accesat la 18.08.2012.

<http://www.meteoromania.ro/index.php?id=107>, accesat la 18.08.2012.

<http://www.meteoromania.ro/index.php?id=488>, accesat la 21.08.2012.

<http://www.meteoromania.ro/index.php?id=187>, accesat la 21.08.2012.

<http://www.meteoromania.ro/index.php?id=188>, accesat la 21.08.2012.

<http://www.ibiol.ro/posmediu/plante/monitorizare.htm>, accesat la 21.08.2012.

<http://atmosferainviatanoastra.wikispaces.com/Presiunea+aerului+si+vantul>, accesat la 26.08.2012.

8.

ANEXE

A – Analize bioclimatice

- Anexa A1: Date generale ale amplasamentului
- Anexa A2: Date climatice – Temperatura aerului
- Anexa A3: Date climatice – Umiditatea relativă
- Anexa A4: Date climatice – Regimul vânturilor
- Anexa A4*: Date climatice – Regimul vânturilor (Roze lunare a vânturilor)
- Anexa A4**: Date climatice – Regimul vânturilor (Sinteza microclimatică datorată vânturilor)
- Anexa A5: Date climatice – Radiația solară
- Anexa A5*: Date climatice – Radiația solară (pentru suprafețe cu diverse orientări)
- Anexa A6: Date climatice – Nebulozitatea
- Anexa A7: Date climatice – Albedoul și solul
- Anexa A8: Date climatice – Regimul precipitațiilor
- Anexa A9: Date climatice – Morfologia terenului

B – Analize de confort spațial

- Anexa B1: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Activitățile și repartiția anotimpuală/diurnă)
- Anexa B2: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Interacțiuni/compatibilități funcționale)
- Anexa B3: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Exigențe spațial-personale)
- Anexa B4: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Exigențe spațiale generale)

Anexa B5: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Exigențe spațiale specifice)

Anexa B6: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Resurse necesare)

Anexa B7: Analize de confort – Funcțiunea spațiilor - activități (Reziduuri și emisii produse)

C – Analize de confort ambiental

Anexa C1: Analize de confort – Asigurarea confortului uman (Modelul de confort PMV-PPD)

Anexa C2: Analize de confort – Diagramele de confort (Diagrama psihometrică în condiții de IARNĂ)

Anexa C3: Analize de confort – Diagramele de confort (Diagrama psihometrică în condiții de VARĂ)

Anexa C4: Analize de confort – Diagramele de confort (Diagrama psihometrică în condiții de PRIMĂVARĂ/TOAMNĂ)

D – Matricea microclimatică a amplasamentului

Anexa D1: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Orientarea)

Anexa D2: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Studiul orientării în funcție de radiația solară)

Anexa D3: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Orientarea spațiilor)

Anexa D4: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt VARA)

Anexa D5: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt IARNA)

Anexa D6: Matricea microclimatică – Configurarea spațială (Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt PRIMĂVARA/TOAMNA)

E – Rezultatele meta-proiectului

Anexa E1: Rezultatele meta-proiectului – Principiile proiectării bioclimatice

Anexa E2: Rezultatele meta-proiectului – Scenarii de funcționare energetică

Anexa E3: Rezultatele meta-proiectului – Definirea strategiilor de intervenție

Denumire proiect

Executant

Localizarea intervenției

Județ	Localitate	Zona climatică	Latitudine	Longitudine	Altitudine	GMT
-	București	II (I-IV)	44°26' N	26°06' E	91m	+ 2 ore

Adresa

Strada:	Nr.	Sector
Stația meteorologică de referință	București Băneasa	

Identificare națională



Identificare locală

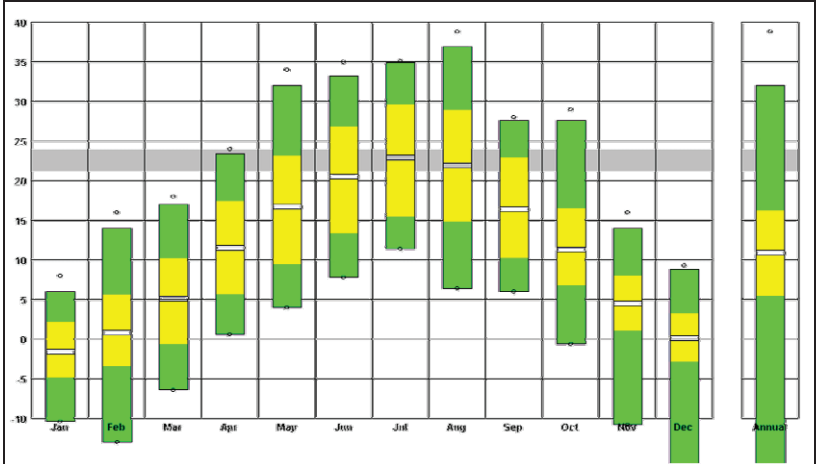
sc: 1/500



TEMPERATURA AERULUI

Unit / Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Anual
Temperatura medie lunară a minimelor zilnice													
°C	-10	-13	-6.4	0.6	4	7.8	11.4	6.4	6	-0.6	-11	-20	-2.08
Temperatura medie lunară a maximelor zilnice													
°C	8	16	18	24	34	35	35.1	38.8	28	29	16	9.3	24.3
Temperatura medie lunară													
°C	-1.7	0.8	5	11.4	16.5	20.4	22.7	21.8	16.2	11.2	4.5	0.1	10.7
Temperatura medie anotimpuală													
	iarna				primăvara			vara			toamna		
°C	-0.27				10.97			21.63			10.63		
Temperatura maximă													
°C											38.8		
Temperatura minimă													
°C											- 20.0		

Variația anuală a temperaturii



Concluzii

Necesitatea izolării termice **DA**

etc....

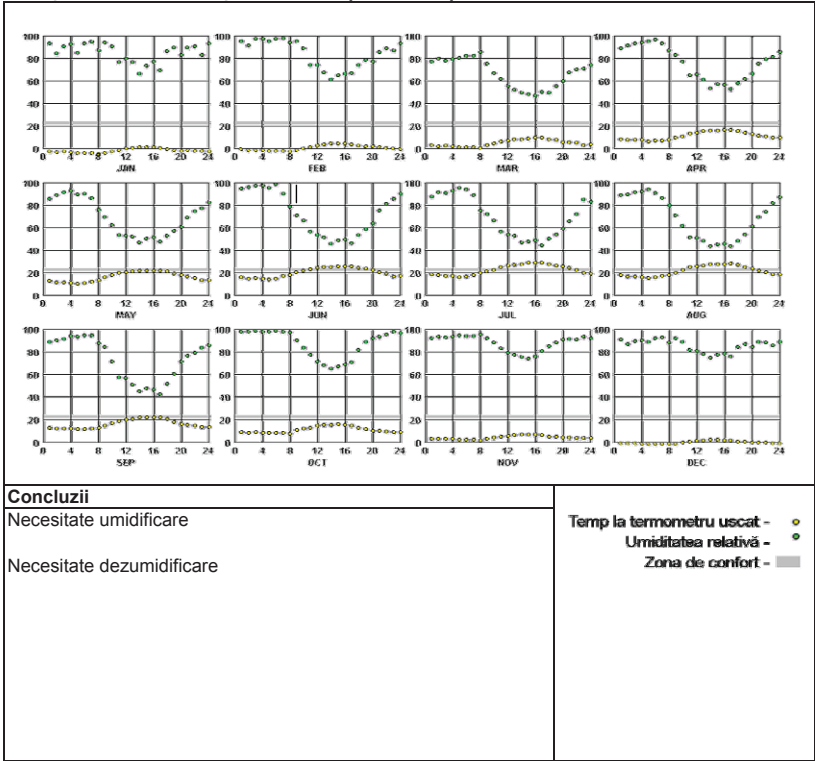
- Maxima înregistrată - ○
- Maxima normală - [green bar]
- Media maximelor - [yellow bar]
- Media - [white bar]
- Media minimelor - [green bar]
- Minima normală - [green bar]
- Minima înregistrată - ○
- Zona de confort - [grey band]



UMIDITATEA RELATIVĂ

Unit / Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Anual
Umiditatea relativă medie lunară a minimelor zilnice													
%	26	35	20	30	29	30	27	18	24	37	33	39	29
Umiditatea relativă medie lunară a maximelor zilnice													
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Umiditatea relativă medie lunară													
%	85	84	67	76	69	73	70	69	73	87	88	86	77.3
Umiditatea relativă medie anotimpuală	iarna			primăvara			vara			toamna			
%	85.00			70.67			70.67			82.67			

Variația anuală a umidității reactive în raport cu temperatura



Concluzii

Necesitate umidificare

Necesitate dezumidificare

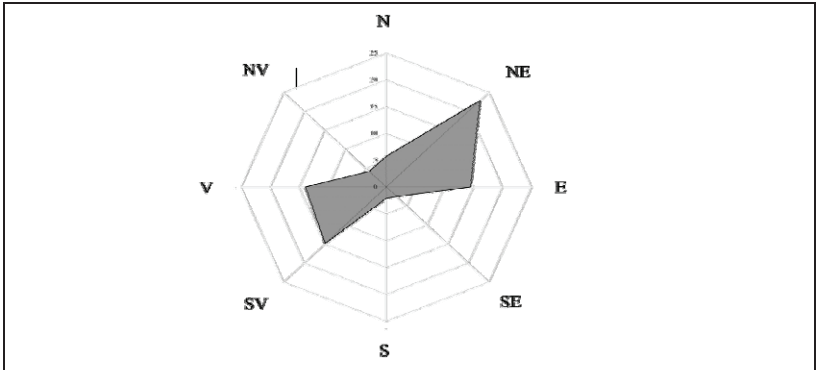
Temp la termometru uscat - ●
Umiditatea relativă - ●
Zona de confort - ■



REGIMUL VÂNTURILOR

Unit / Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Anual
Media maximelor lunare a vitezei vântului													
m/s	17	9.7	22	13	8.8	9	15	11	21	12	8.2	18	13.7
Media lunară a vitezei vântului													
m/s	1.9	2.6	2.9	1.8	1.6	1.6	1.5	1.3	1.7	1.7	2.6	2.9	2.01
Media anotimpuală a vitezei vântului													
			iarna			primăvara			vara			toamna	
m/s			2.47			2.10			1.47			2.00	
Viteza maximă a vântului													
m/s											22		
Frecvența vântului în funcție de direcțiile punctelor cardinale													
N	1.4	2.9	2.5	5.2	6.2	9.3	9.7	9.4	9.1	7.5	2.5	2.1	5.7
NE	23.2	26	25.2	24.4	23.2	21.4	21.3	21.2	22.6	23	21.7	20.5	22.8
E	12.2	13.8	17.1	21.5	16	15.1	15.3	13.4	13.7	11.9	13.8	9.8	14.5
SE	1.2	1.8	1.7	3.6	3.1	3.7	3.6	4.5	2	2.1	0.8	2	2.5
SE	0.6	2	1.2	2.9	3	2.9	2.5	3.2	2.5	1.2	1.5	1.7	2.1
SV	22.6	18.7	18.4	12	9.9	10.3	9.1	7.6	9.2	13.7	23.8	23.3	14.9
V	17	15.5	14.4	11.5	15.1	15	12.4	13.2	9.1	11.8	15.5	16.8	13.9
NV	2.5	3.2	1.5	3.7	6.4	6.2	8.7	6.3	5	2.3	1.2	2.2	4.1
Calm	19.3	16.1	18	15.2	17.1	16.1	17.4	21.2	26.7	26.5	19.2	21.6	19.5

Roza anuală a vânturilor

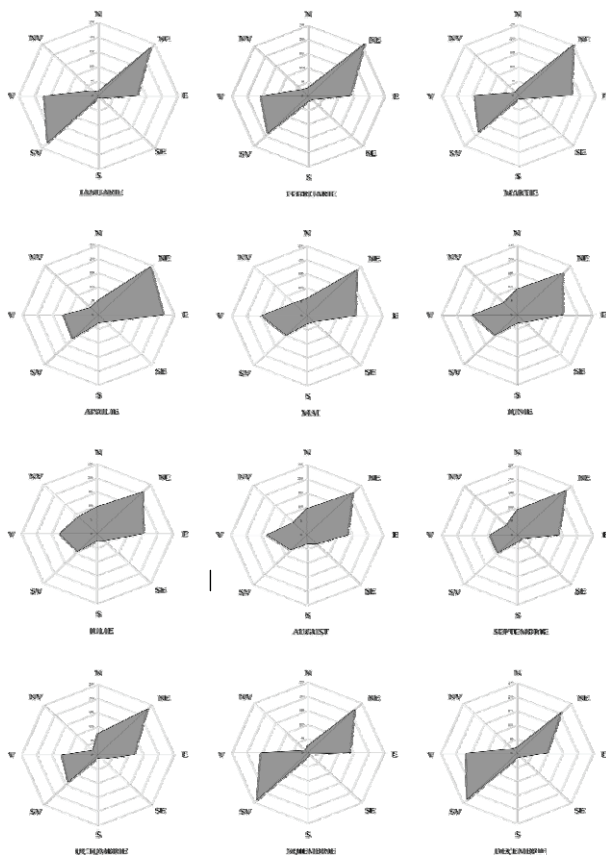


Concluzii

Iarna:

Vara:

Primăvara/toamna:

**REGIMUL VÂNTURILOR****Rozele lunare ale vânturilor****Concluzii**

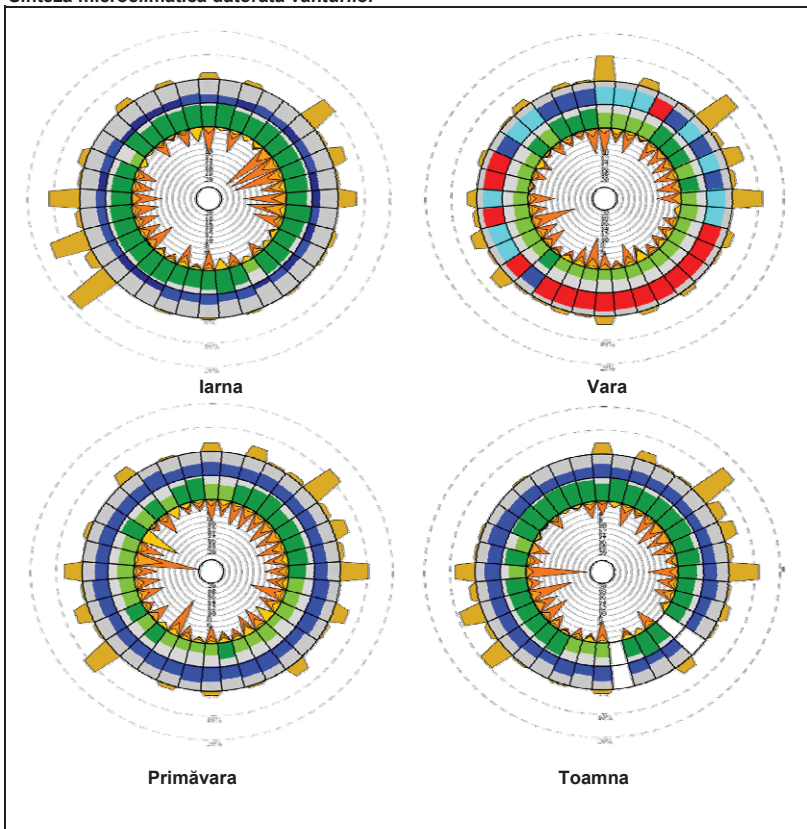
Potențial ventilație naturală

Potențial răcire prin ventilație

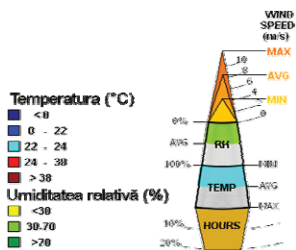
Necesitate protejare față de vânt

REGIMUL VÂNTURILOR

Sinteza microclimatică datorată vânturilor



Concluzii/observații

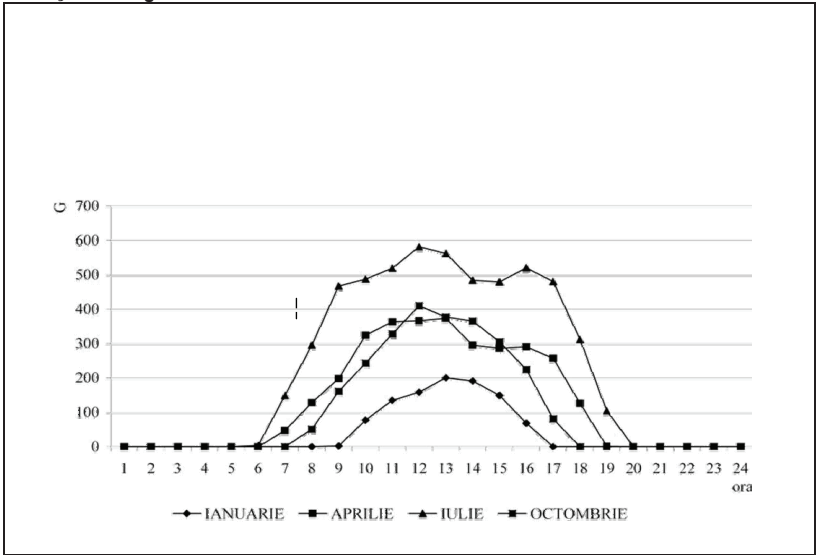




RADIAȚIA SOLARĂ

Unit / Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Anual
Media maximelor lunare ale radiației solare directe													
kw/m²	2601	5125	7363	7690	7764	7868	8155	7190	6530	5691	4480	4769	6269
Media lunară a radiației solare directe													
kw/m²	978	2287	3057	3052	4020	4520	5442	4967	3552	2546	1310	1202	3078
Media lunară a radiației solare difuze													
kw/m²	932	1313	1778	2597	2957	3119	2672	2330	2002	1395	967	750	1901
Media lunară a radiației solare globale													
kw/m²	1272	2347	3338	4534	5845	6431	6580	5794	4164	2686	1465	1115	3798
Media anotimpuală a radiației solare directe													
	iarna				primăvara				vara			toamna	
kw/m²	1489.00				3376.33				4976.33			2469.33	

Radiația solară globală zilnică



Concluzii

Iarna:

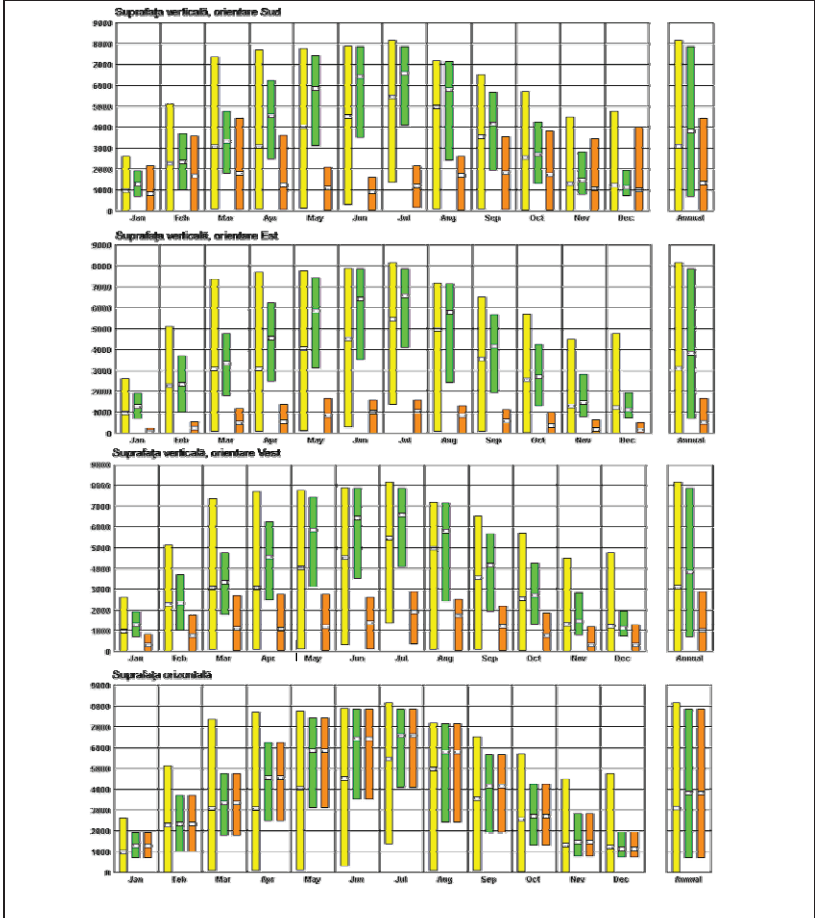
Vara:

Primăvara/toamna:



RADIAȚIA SOLARĂ

Radiația solară lunară pe suprafețe cu diverse orientări



Concluzii

Potențial solare active

Potențial solare pasive

Maxime înregistrate -
Medii -
Minime înregistrate -

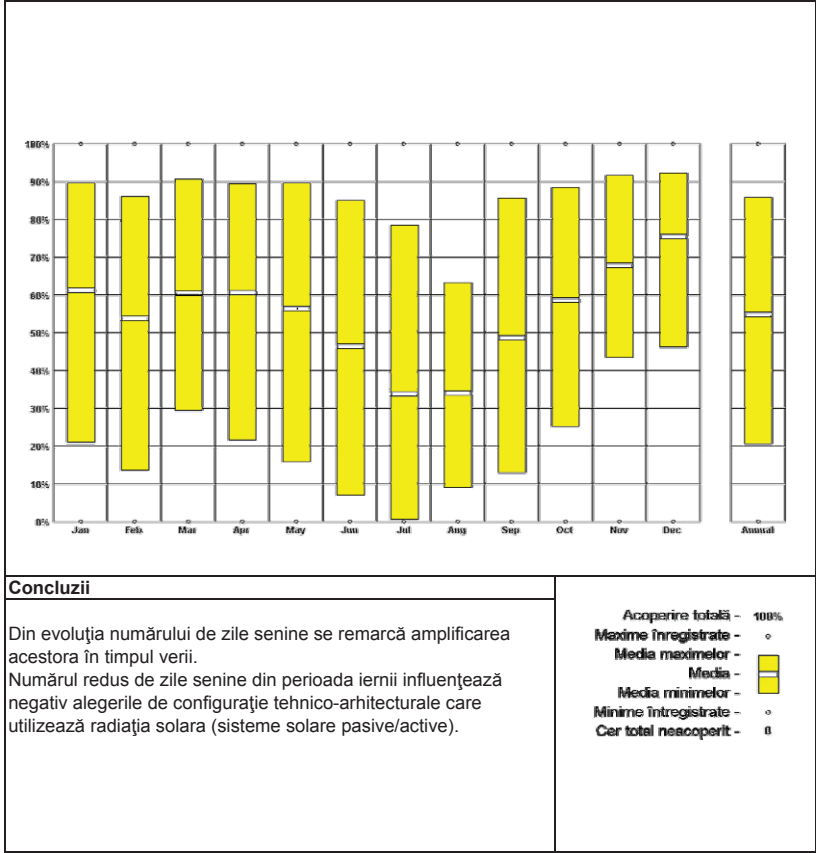
Radiație directă -
Radiație globală orizontală -
Radiație totală pe suprafață -



NEBULOZITATEA

Unit / Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Annual
Media maximelor lunare ale radiației solare directe	6.90	6.60	6.30	6.00	5.60	5.10	4.20	3.80	4.20	4.80	6.60	7.00	5.59
Mediile lunare ale nebulozității totale la cele 4 termene de observații													
ora 1	6.70	6.30	5.70	5.00	4.50	4.10	3.20	3.00	3.20	4.20	6.00	6.80	4.89
ora 7	7.50	7.40	7.00	6.20	5.60	4.70	3.90	3.80	4.60	5.70	7.40	7.60	5.95
ora 13	7.00	6.80	6.70	6.70	6.20	5.70	5.00	4.30	4.70	5.20	7.00	7.20	6.04
ora 19	6.40	5.90	6.00	6.20	6.20	5.80	4.60	4.30	4.00	4.20	5.90	6.60	5.51
Număr de zile senine	3.1	3.3	3.6	3.2	3.0	4.1	7.7	10.1	9.2	7.3	3.1	2.8	60.5

Regimul diurn al nebulozității



Concluzii

Din evoluția numărului de zile senine se remarcă amplificarea acestora în timpul verii. Numărul redus de zile senine din perioada iernii influențează negativ alegerile de configurație tehnico-arhitecturale care utilizează radiația solară (sisteme solare pasive/active).

Acoperire totală - 100%
Maxime înregistrate - (white circle)
Media maximelor - (yellow square)
Media - (white square)
Media minimelor - (grey square)
Minime înregistrate - (white circle)
Cer total neacoperit - (grey square)

**ALBEDOUL**

Valori ale albedoului ale materialelor

(se vor considera și specifica acele materiale/texturi existente în zona de studiu, în imediata apropiere a acestuia, care pot influența confortul omului sau alegerea unor soluții arhitecturale pasive)

Concluzii

Evaluarea posibilităților de îmbunătățire a iluminării naturale

Evaluarea riscului apariției "fenomenului de orbire"

SOLUL

Tipul solului

Caracteristici ale solului

Structura stratigrafică a terenului

Concluzii

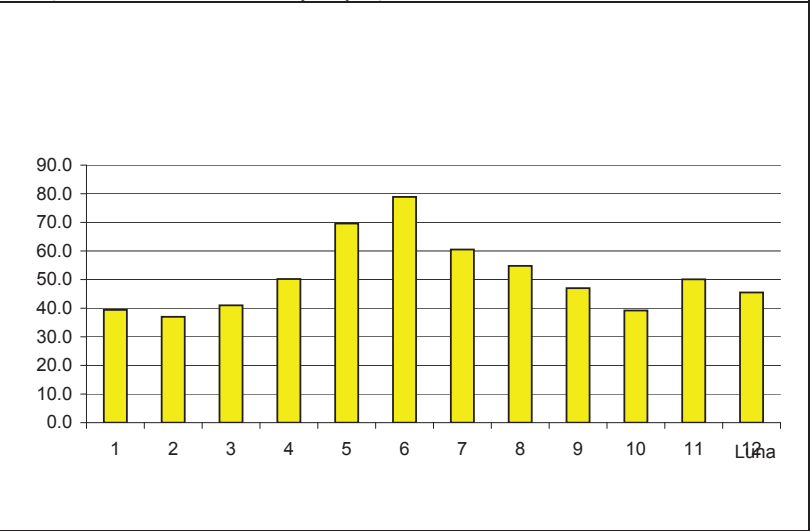
Calități termice de îmbunătățire a microclimatului



REGIMUL PRECIPITAȚIILOR

Unit / Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Anual
Media lunară a precipitațiilor													
mm	39.4	37.0	41.0	50.2	69.6	78.9	60.5	54.8	47.0	39.2	50.1	45.5	613.2
Media anotimpuală a precipitațiilor													
				iarna			primăvara			vara		toamna	
m/s				121.9			160.8			194.1		144.4	
Durata intervalului cu ninsoare									minim		mediu		maxim
									97		133		184
Numărul mediu al zilelor cu ninsoare													
	9.1	7.4	5.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.4	5.8	30.9
Numărul mediu al zilelor cu strat de zăpadă													
	17.6	13.1	5.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.1	8.9	47.9
Grosimea medie lunară a stratului de zăpadă													
cm	7.3	5.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.4	47.9

Evoluția valorilor medii lunare ale precipitațiilor



Concluzii

Necesitate soluții arhitecturale de protecție precipitații

Potențial colectare a apelor



MORFOLOGIA TERENULUI

Influențe asupra radiației solare

Influențe asupra curenților de aer

Influențe asupra umidității relative

Scheme și secțiuni caracteristice

Concluzii



FUNCȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Activitățile și repartiția anotimpuală/diurnă

[illegible]

Concluzii/observații	
----------------------	--

		Legendă: Instrucțiuni de completare Perioadă a zilei <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> AM </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> PM </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: lightgray; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> N </div> Durata de desfășurare <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Lungă durată (>1h) </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Scurtă durată (<1h) </div> Localizare <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Interior </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Exterior </div>	
--	--	--	--



FUNȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Interacțiuni/compatibilități funcționale

[illegible]

Concluzii/observații

[illegible]



FUNCȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Exigențe spațial-personale

[illegible]

Concluzii/observații	
----------------------	--

	<p>Legendă:</p> <p>Înc. Închis Inter. Intermediar Desc. Deschis Stat. Static Mișc. Mișcare Indiv. Individual</p>
--	---



FUNȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Exigențe spațiale generale

[illegible]

Concluzii/observații

		Legendă:
Înc.	Închis	
Inter.	Intermediar	
Desc.	Deschis	
C	Spațiu central	
A	Spațiu axial	
O	Spațiu orientat	
m	Mic	
N	Normal	
M	Mare	
Or.	Orientare cardinală	



FUNȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Exigențe spațiale specifice

[illegible]

Concluzii/observații	
----------------------	--

	Legendă:	
	Înc.	Închis
	Inter.	Intermediar
	Desc.	Deschis
	S. unite	Suprafața unității funcționale
	S. comune	Suprafața spații comune adiacente
	S. conexe	Suprafața spații conexe, tehnice ...
	S. totale	Suprafața totală a zonei
	H	Înălțimea normală a spațiilor
	Or.	Orientare cardinală



FUNȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Resurse necesare

[illegible]

Concluzii/observații

Legendă:

EI	Energie electrică
Cs	Căldură scăzută ($<100^{\circ}\text{C}$)
Cm	Căldură medie ($<100^{\circ}\text{C}$)
Ln	Lumină naturală
La	Lumină artificială
Rs	Radiație solară termică
Vn	Ventilație naturală
Va	Ventilație artificială
Um	Umiditate relativă
Veq.	Vegetație



FUNȚIUNEA SPAȚIILOR - ACTIVITĂȚI

Programul de arhitectură

Reziduuri și emisii produse

[illegible]

Concluzii/observatii

[illegible]

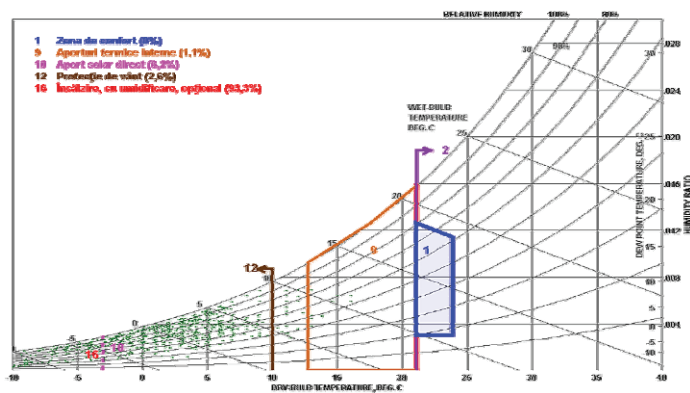


Programul de arhitectură

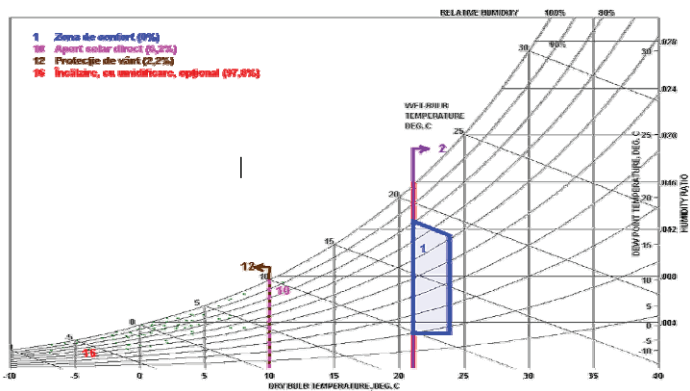
[illegible][illegible]

**DIAGramele de confort**

Programul de arhitectură

Diagrama psihrometrică în condiții de IARNĂ

Iarna, perioada diurnă



Iarna, perioada nocturnă

Concluzii/observații

Pentru perioada diurnă

Pentru perioada nocturnă

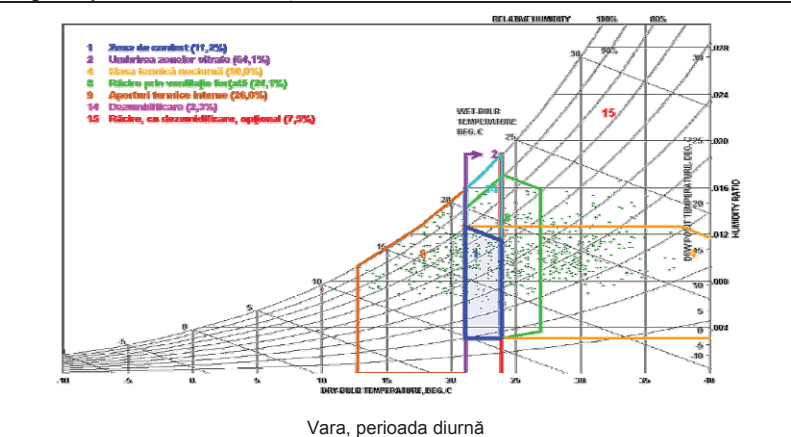
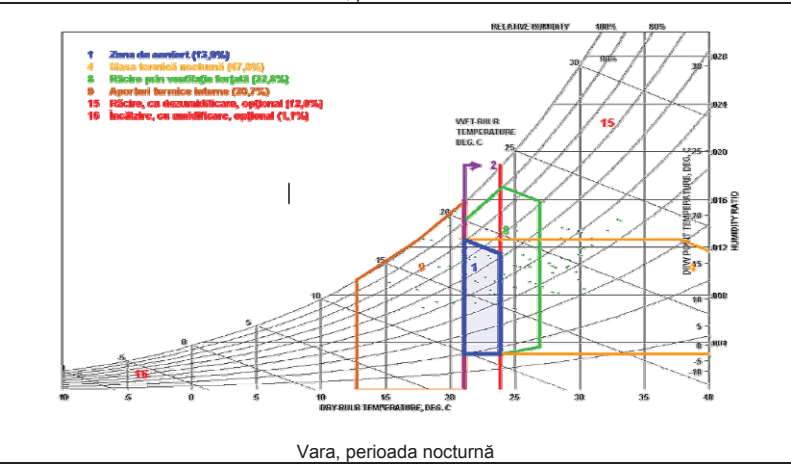
Pentru perioadele nocturnă și diurnă



DIAGramele de confort

Programul de arhitectură

Diagrama psihrometrică în condiții de VARĂ



Concluzii/observații

Pentru perioada diurnă

Pentru perioada nocturnă

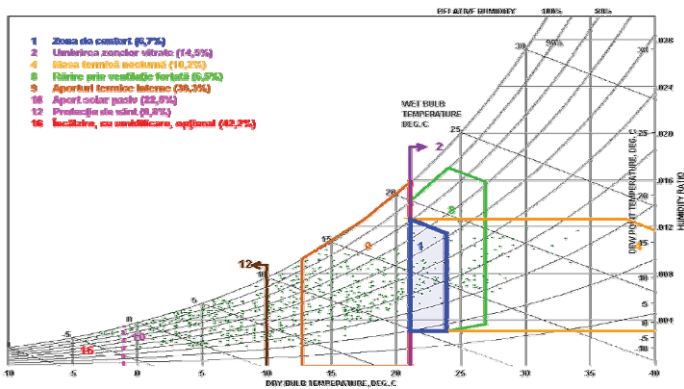
Pentru perioadele nocturnă și diurnă



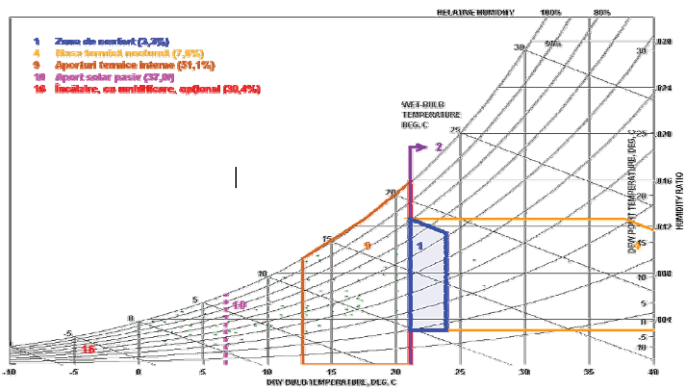
DIAGramele de confort

Programul de arhitectură

Diagrama psihrometrică în condiții de PRIMĂVARĂ/TOAMNĂ



Primăvară/tomnă, perioada diurnă



Primăvară/tomnă, perioada nocturnă

Concluzii/observații

Pentru perioada diurnă

Pentru perioada nocturnă

Pentru perioadele nocturnă și diurnă

CONFIGURAREA SPAȚIALĂ

Orientarea

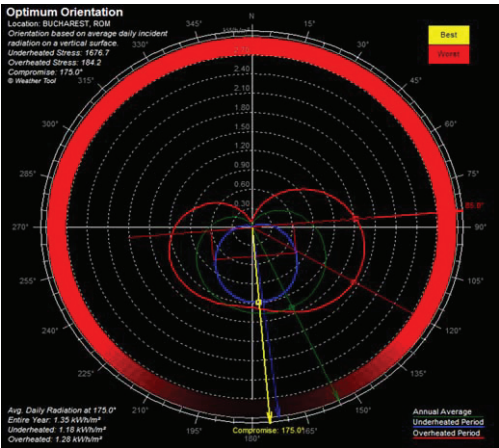
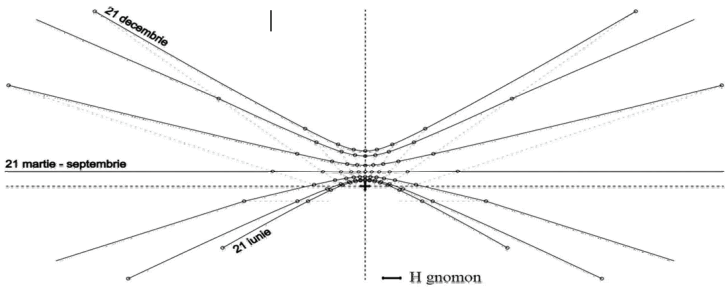


Diagrama heliotermică, indicatoare a axului de orientare, optim din punct de vedere a radiației solare termice

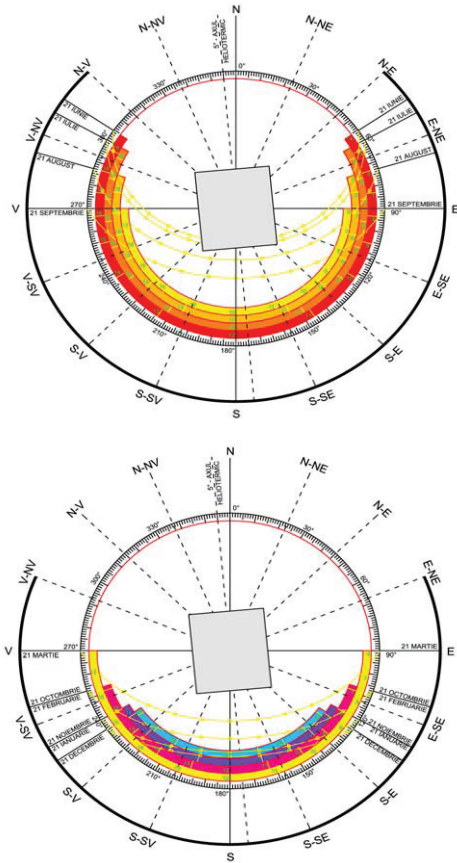


Model de aplicare a cadranului solar pe coordonatele geografice ale Bucureștiului (44,26° latitudine nordică; 26,06° longitudine estică).

Concluzii/observații

CONFIGURAREA SPAȚIALĂ

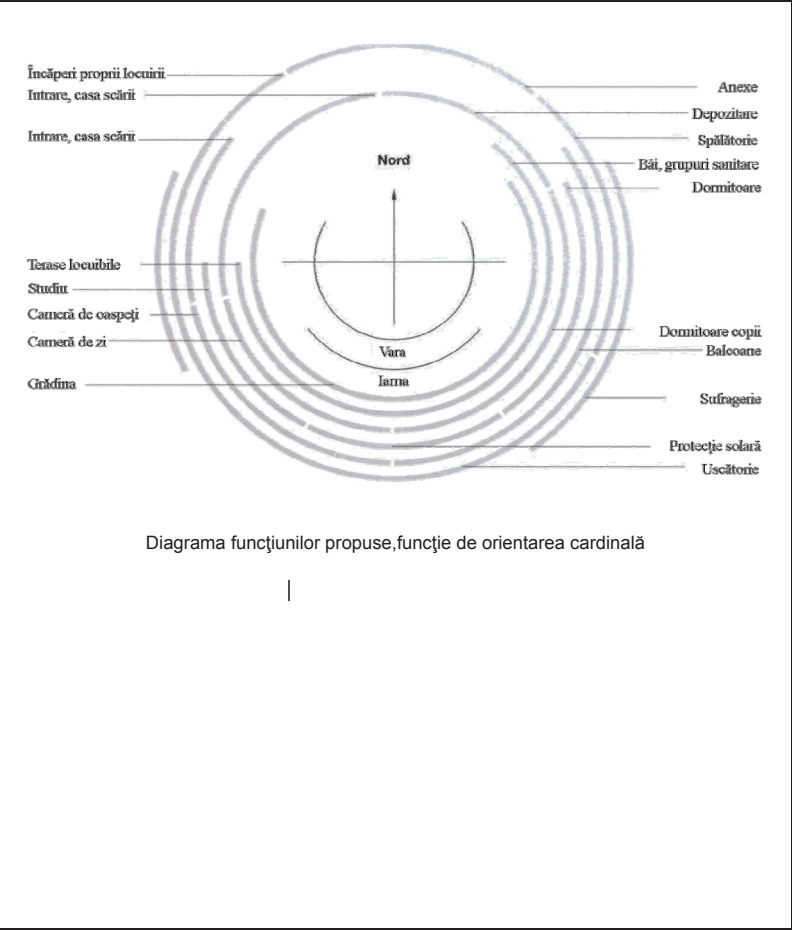
Studiul orientării în funcție de radiația solară



Concluzii/observații

CONFIGURAREA SPAȚIALĂ

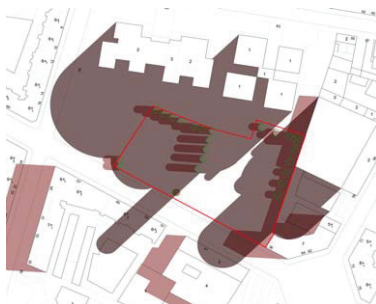
Orientarea spațiilor



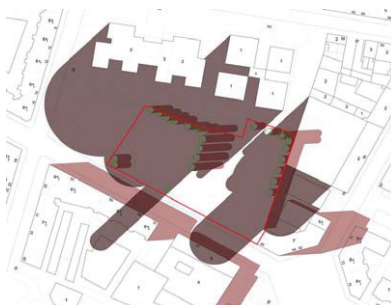
Concluzii/observații

CONFIGURAREA SPAȚIALĂ**Suprapunerea înșoririi și a zonelor de calm de vânt VARA**

ora 08:00



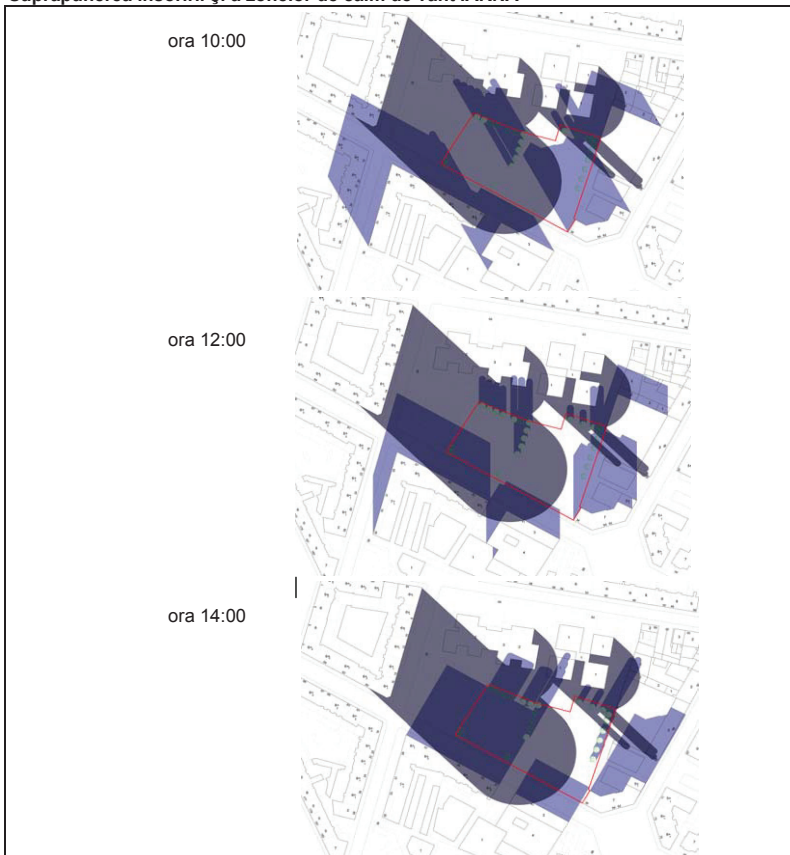
ora 16:00

**Concluzii/observații**

Exemplu de reprezentare suprapusă a umbrelor purtate și a zonelor de calm de vânt în cadrul matricei microclimatice a sitului, realizată în cadrul unei teme la atelierul de proiectare condus de Prof. dr. arh. Mario Grosso la II Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, 2008-2009.

Sunt identificate zonele cu caracteristici diferite din punct de vedere al raportului umbră-calm de vânt. În cadrul metaproiectului acestea sunt suportul diverselor funcțiuni incluse în proiect, determinând poziționarea optimă din punct de vedere al raportului microclimatic.

	Soare NU - Vânt NU
	Soare DA - Vânt NU
	Soare NU - Vânt DA
	Soare DA - Vânt DA

CONFIGURAREA SPAȚIALĂ**Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt IARNA****Concluzii/observații**

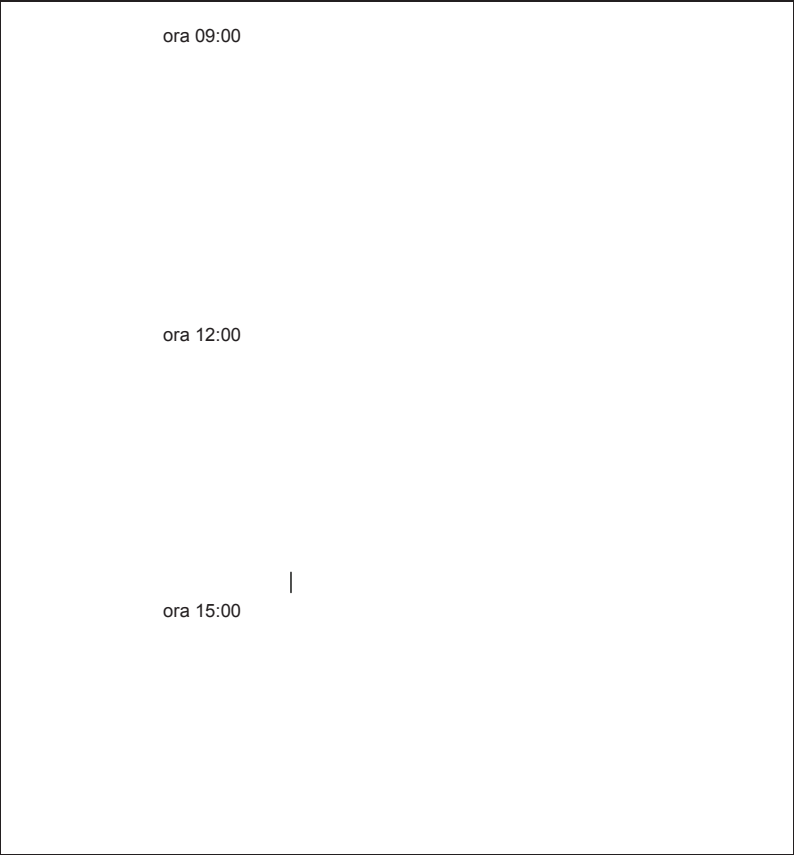
Exemplu de reprezentare suprapusă a umbrelor purtate și a zonelor de calm de vânt în cadrul matricei microclimatice a sitului, realizată în cadrul unei teme la atelierul de proiectare condus de Prof. dr. arh. Mario Grosso la II Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, 2008-2009.

Sunt identificate zonele cu caracteristici diferite din punct de vedere a raportului umbră-calm de vânt. În cadrul metaproiectului acestea sunt suportul diverselor funcțiuni incluse în proiect, determinând poziționarea optimă din punct de vedere al raportului microclimatic.

	Soare NU - Vânt NU
	Soare DA - Vânt NU
	Soare NU - Vânt DA
	Soare DA - Vânt DA

CONFIGURAREA SPAȚIALĂ

Suprapunerea însoririi și a zonelor de calm de vânt PRIMĂVARA/TOAMNA



Concluzii/observații

Sunt identificate zonele cu caracteristici diferite din punct de vedere al raportului umbră-calm de vânt. În cadrul metaproiectului acestea sunt suportul diverselor funcțiuni incluse în proiect, determinând poziționarea optimă din punct de vedere al raportului microclimatic.

	Soare NU - Vânt NU
	Soare DA - Vânt NU
	Soare NU - Vânt DA
	Soare DA - Vânt DA

PRINCIPIILE PROIECTĂRII BIOCLIMATICE

Unitatea funcțională

PRINCIPIU / ANOTIMP	Iarna			Vara			Primăvara			Toamna		
	Z	N	Exc.	Z	N	Exc.	Z	N	Exc.	Z	N	Exc.
Radiația solară												
Controlul solar												
Captarea rad. solare												
Iluminarea naturală												
Termodinamica												
Red. Disp. termice												
Cons. căldurii												
Inertia termică												
Încălzirea spațiilor												
Aport termic intern												
Curenții de aer												
Ventilația naturală												
Răcire prin ventilație												
Captarea curenților de aer												
Protejarea de vânturile												
Higrotermică												
Umidificare												
Dezumidificare												
Precipitații												
Protejarea de precipitații												
Colectarea apelor												

Concluzii/observații

Legendă

Z - zi N - noapte Exc. - excepții enunțate ulterior

SCENARIILE DE FUNCȚIONARE ENERGETICĂ

Unitatea funcțională / ansamblul

nr. scenariu	Tipologia scenariului conservativ / selectiv	Iarna			Vara			Primăvara			Toamna		
		Z	N	Exc.	Z	N	Exc.	Z	N	Exc.	Z	N	Exc.
1													
Evaluare													
2													
Evaluare													
3													
Evaluare													
4													
Evaluare													
5													
Evaluare													
6													
Evaluare													
7													
Evaluare													
8													
Evaluare													
Concluzii/observații													
<div style="text-align: right;">Legendă</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Z - zi N - noapte Exc. - excepții enunțate ulterior </div>													

Unitatea funcțională / ansamblul

Descrierea strategiei finale

Concluzii/observații

Legendă

Z - zi N - noapte Exc. - excepții enunțate ulterior