

1. C01 CAPITOLUL 1: PROBLEME GENERALE

1.1 1.1. Conținutul și istoricul instalațiilor de ventilare și climatizare

Instalațiile de ventilare și climatizare au rolul de a menține starea aerului din încăperi, respectiv temperatura, umiditatea, viteza și puritatea, în anumite limite dinainte stabilite, în tot timpul anului, indiferent de variația factorilor meteorologici, a degajărilor și a consumurilor de căldură interioare. Limitele parametrilor microclimatului interior depind, la rândul lor, de destinația încăperilor, de natura activității desfășurate, de procesele tehnologice.

Calitatea mediului în care oamenii își desfășoară activitatea are o influență complexă asupra acestora, atât din punct de vedere igienico-sanitar cât și al randamentului activității. Calitatea mediului se apreciază atât după valoarea parametrilor principali ai confortului cât și prin intermediul altor factori secundari cum ar fi puritatea aerului, gradul de ionizare, calitatea iluminatului, nivelul de zgomot și altele.

În sezonul rece instalațiile de încălzire pot asigura în încăperi menținerea temperaturii aerului la o valoare dată și la unele clădiri, prin măsuri suplimentare (în general, constructive), se pot menține în limite acceptabile și alți parametri (temperatura medie de radiație, umiditatea relativă). În ceea ce privește puritatea aerului, în multe cazuri, aceasta este obținută prin ventilare naturală. Pentru alte categorii de încăperi, în care se produc degajări importante de căldură și umiditate, precum și alte degajări nocive (săli cu aglomerare de persoane, încăperi de producție, laboratoare, piscine, hale pentru creșterea industrializată a animalelor și păsărilor), calitatea aerului nu se mai poate asigura numai printr-o instalație de încălzire. Pentru îndepărtarea căldurii și umidității, în exces, a gazelor, prafului, mirosurilor apare necesitatea introducerii controlate a unui anumit debit de aer care, după caz, trebuie încălzit, răcit, uscat sau umidificat. Acest lucru poate fi realizat, după caz, cu ajutorul unei instalații de ventilare, de climatizare parțială sau de climatizare (totală). Natura și cantitatea noxelor în exces, modul lor de propagare, dimensiunile și sistemul constructiv al încăperilor, limitele parametrilor confortului termic, limitele admisibile la care trebuie reduse concentrațiile diverselor noxe, la care se adaugă, de cele mai multe ori, cu o pondere importantă, considerente economice, au condus la utilizarea în practică a unei game mari și variate de instalații de ventilare și climatizare.

În cazul unor încăperi industriale în care au loc, preponderent, degajări de căldură și umiditate (vapori de apă), este suficient pentru îndepărtarea acestora să se realizeze o ventilare naturală organizată prin practicarea unor deschideri, de o anumită dimensiune, amplasate la părțile inferioară și superioară ale pereților exteriori. În cazul încăperilor aglomerate însă, datorită degajărilor importante de căldură și umiditate precum și a valorilor stricte la care trebuie menținuți parametrii confortului termic, sunt necesare încălzirea și umidificarea aerului iarna, răcirea și uscarea aerului vara, procese ce pot fi realizate numai cu o instalație de climatizare. Unele procese tehnologice (din industria textilă, hârtiei, tutunului, optică, prelucrării mecanice de precizie, laboratoare metrologice etc.) impun cerințe și mai stricte în cazul unuia sau mai multor parametri de confort termic, ceea ce influențează nu numai complexitatea instalației de climatizare ci însuși sistemul constructiv al încăperilor sau chiar al construcției în ansamblu.

Apariția primelor instalații de ventilare a fost condiționată de realizarea unor progrese în alte discipline. Odată cu încheierea igienei ca disciplină sunt făcute cunoscute rezultatele cercetărilor legate de schimbul de aer al încăperilor, de conținutul de umiditate și gaze nocive, precum și de puritatea aerului. Progresele realizate în domeniul electrotehnicii oferă posibilitatea folosirii motoarelor electrice pentru acționarea ventilatoarelor și, deci, posibilitatea ventilării încăperilor mari și foarte mari. În preajma anului 1890 se introduce umidificarea aerului prin intercalarea unor tăvi cu apă (ulterior încălzită cu abur). Ceva mai

târziu se introduce umidificarea adiabatică realizată prin pulverizarea fină a apei în curentul de aer. Sfârșitul secolului al XIX-lea poate fi considerat pentru climatizare ca început al acesteia. Dezvoltarea cea mai mare a ventilării și climatizării are loc după primul război mondial când se realizează instalații de climatizare în scopuri de confort (teatre, opere, cinematografe, săli de concerte etc.) și tehnologice (fabrici de hârtie, de tutun, textile, industria alimentară etc.) Apariția mașinilor frigorifice (cu amoniac, cu bioxid de carbon) folosite la răcirea și uscarea aerului oferă o independență și mai mare instalațiilor de climatizare. După 1930 apar aparatele de fereastră, agregatele locale amplasate direct în încăperea deservită în sistem monobloc sau split. Apar, de asemenea, mașinile frigorifice funcționând cu medii nevătămătoare (freoni) facilitând folosirea bateriilor de răcire fără agent intermediar (baterii cu răcire directă). După cel de-al doilea război mondial, climatizarea cunoaște o etapă importantă în dezvoltarea sa. În afara perfecționării aparatelor și schemelor de ventilare și climatizare clasice, apar noi tipuri cum ar fi: instalațiile de înaltă presiune, instalațiile de climatizare cu două canale de aer (de introducere), instalațiile „aer-apă” (cu aer primar) folosind aparate cu inducție (climaconvectoare) sau ventiloconvectoare. Se diversifică concomitent natura obiectivelor ce trebuie ventilate sau climatizate. Criza energetică a anilor '60 își pune amprenta și asupra instalațiilor de ventilare, conducând la recuperarea, din ce în ce mai mult, a căldurii din aerul de ventilare. Simultan cu această diversificare s-a dezvoltat și perfecționat aparatura de reglare, comandă și control a instalațiilor de climatizare, în special. Tehnica analogică și digitală pătrunde masiv în anii '80 și în domeniul climatizării.

La orice sistem de ventilare (sau climatizare) este necesar să se introducă în încăperi aer tratat (aer refulat, aer introdus) care să preia noxele în exces (căldură, umiditate, gaze, vapori, praf) și să le elimine odată cu acesta (aer aspirat, aer absorbit) din încăperi, după care totul să fie îndepărtat în exterior (aer evacuat). Instalațiile de ventilare și climatizare pot fi diferențiate după modul de vehiculare a aerului, după extensia spațiului supus ventilării, după diferența de presiune dintre încăperea ventilată și încăperile adiacente, după gradul de complexitate al tratării aerului în funcție de cerințele tehnologice sau de confort sau după alte criterii.

1.2 1.5. Reglementări tehnice specifice pentru instalațiile de ventilare și climatizare

Proiectarea, executarea, montarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare se realizează în conformitate cu reglementările tehnice specifice, cuprinse în:

- Normative de proiectare, executare și exploatare a instalațiilor;
- Standarde naționale (SR), europene (EN) sau internaționale (ISO);
- Ghiduri, regulamente, instrucțiuni;
- Acte legislative (legi, decrete, hotărâri și ordonanțe guvernamentale).

Dintre acestea vom prezenta numai câteva:

- Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor de ventilare și climatizare, 1.5-98;
- Legea 10/1995 privind calitatea în construcții;
- Normativ de siguranță la foc a construcțiilor, P118-99;
- STAS 6648/1, 2 - Instalații de ventilare și climatizare. Calculul aperturilor de căldură din exterior - Prescripții fundamentale; Parametrii climatici exteriori;
- STAS 9660 - Instalații de ventilare și climatizare. Canale de aer. Forme și dimensiuni;
- SR 11573 - Instalații de ventilare. Ventilarea naturală organizată a clădirilor industriale. Prescripții de calcul;
- STAS 4369 - Instalații de încălzire, ventilare și condiționare a aerului. Terminologie;
- SR ISO 7730 - Ambianțe termice moderate. Determinarea indicilor PMV și PPD și specificarea condițiilor de confort termic.

1.3 1.6. Clasificarea instalațiilor de ventilare și climatizare

1.3.1 Clasificarea după modul de vehiculare a aerului de ventilare:

Ventilarea naturală poate fi **neorganizată** sau **organizată**.

La ventilarea naturală schimbul de aer al unei încăperi este urmarea acțiunii combinate a celor doi factori naturali (presiunea vântului și diferența de presiune provocată de greutatea specifice ale aerului interior și exterior, ca urmare a temperaturilor inegale ale acestora). Când pătrunderea aerului curat are loc prin neetanșeitățile construcției (uși, ferestre) ventilarea naturală se numește **neorganizată**. Dacă în încăperea sunt practicate deschideri speciale cu dimensiuni determinate, amplasate la anumite înălțimi, care pot fi închise și deschise, după necesități, atunci se realizează o ventilare naturală **organizată**.

Ventilarea mecanică poate fi **simplă** (introducere sau evacuare) sau **combinată** (cu încălzire / răcire-uscăre / umidificare).

În cazul ventilării mecanice vehicularea aerului se face cu ajutorul unui sau a două ventilatoare (unul de introducere și altul pentru evacuare). În general, prin vehicularea mecanică a unui debit de aer se urmărește menținerea unei temperaturi aproximativ constante, în perioada de iarnă, și limitarea creșterii temperaturii interioare peste o anumită valoare, în perioada de vară. Aceasta presupune intercalarea, în circuitul aerului, a unui ventilator și a unei baterii de încălzire (întotdeauna înaintea bateriilor de încălzire se montează un filtru de praf). Sunt și alte cazuri de ventilare combinată la care, în circuitul aerului, se introduc alte aparate cu ajutorul cărora se pot obține alte procese simple, ca de ex., răcire și uscăre sau umidificare.

Climatizarea poate fi **pentru confort** sau **în scopuri tehnologice**.

În locul termenului de climatizare se folosește, adesea, și denumirea de „condiționare a aerului”. Climatizarea se deosebește de ventilarea mecanică prin aceea că aerului de ventilare i se reglează simultan cel puțin doi parametri astfel că, după dorință, se poate realiza încălzirea, răcirea, uscărea sau umidificarea aerului dintr-o încăpere.

După criteriile care stabilesc valoarea și limitele de variație a parametrilor aerului interior aceste instalații pot fi destinate confortului persoanelor sau unor scopuri tehnologice. Dificultăți mari pun instalațiile de climatizare tehnologice, deoarece valorile parametrilor aerului interior, prestabilite ca optime pentru procesul tehnologic, trebuie, în același timp, să constituie limite acceptabile din punct de vedere al condițiilor de muncă (pentru a nu crea senzații neplăcute oamenilor antrenați în procesul de muncă respectiv).

Ventilarea mixtă se poate realiza fie prin introducere naturală și evacuare mecanică, fie prin introducere mecanică și evacuare naturală. Ventilarea mixtă, sub cele două forme, apare fie ca o posibilitate de exploatare a instalațiilor de ventilare într-o anumită perioadă a anului (de obicei vara), fie chiar ca soluție de proiectare. Avantajul ei constă, în special, în economicitatea exploatării, dar și a investiției.

1.3.2 Clasificarea după extinderea zonei ventilate:

Ventilarea generală este caracteristică încăperilor social-culturale sau a celor industriale fără degajări importante de nocivități. Ea presupune, în general, o **amplasare uniform repartizată** a gurilor de introducere și de evacuare.

Ventilarea locală apare ca necesară când există surse concentrate de nocivități sau când acestea sunt dispuse în anumite zone ale încăperilor. În aceste cazuri ventilarea de schimb general nu mai este eficace, apărând necesitatea captării nocivităților chiar la locul unde ele se produc. În această categorie intră **carcasele, nișele, hotele și aspirațiile laterale**. În unele cazuri, ventilarea de schimb general ar putea fi ineficace și din cauza refulării. De exemplu, pentru locurile de muncă din apropierea unor suprafețe încinse, oricât s-ar mări debitul de

aer nu pot fi asigurate condiții pentru menținerea constantă a bilanțului termic al omului (din cauza cantității mari de căldură primită prin radiație de la aceste suprafețe). În această situație, pentru a ajuta organismul să elimine surplusul de căldură, se poate interveni prin crearea locală a unor jeturi de aer pentru fiecare muncitor în parte denumite dușuri de aer. De asemenea pentru a împiedica pătrunderea aer rece în încăperi, la deschide frecventă a ușilor spre exterior, se folosesc, cu destul succes, perdelele aer. Sunt și cazuri când, pentru a împiedica răspândirea noxelor în toată încăperea, în special, în cazul unor degajări toxice, se poate acționa eficient prin folosirea simultană a unui sistem de refulare, în general, de tip perdea de aer și a unui sistem de aspirație pentru fiecare utilaj în parte (de exemplu cabine de vopsire, uscure, electroliză etc.)

Ventilarea combinată se realizează prin ventilare **generală și locală**. Existența unui sistem de ventilare locală exclude prezența unei instalații ventilare de schimb general, căreia revine rolul de a dilua scăpările de nocivități la valori sub limitele admisibile și de a asigura aerul de compensare. Ventilarea generală are drept scop schimbarea aerului în întreaga încăpere supusă ventilării, spre deosebire de ventilarea locală, la care evacuarea aerului (sau introducerea) se referă la anumite puncte din încăpere unde este concentrată producerea nocivităților. Pentru a nu se răspânda în întregul spațiu, nocivitățile sunt evacuate chiar la locul de degajare prin absorbții locale.

Clasificarea instalațiilor după DIN 1946

TEHNICA VENTILĂRII

Ventilarea încăperilor

Ventilare naturală

Prin ferestre

Prin coșuri de ventilare

Prin deflectoare și Luminatoare - deflectoare

Instalații pentru ventilarea încăperilor

Instalații cu funcțiuni de ventilare

Instalații de ventilare

Instalații de climatizare parțială

Instalații de climatizare

Instalații fără funcțiuni de ventilare

Instalații de recirculare

Instalații de climatizare parțială de recirculare

Instalații de climatizare de recirculare

Tehnica ventilării proceselor

Uscătoare

Separatoare

Instalații de aspirare locală

Instalații de transport pneumatic

Instalații speciale de ventilare

Perdele de aer

Dușuri de aer

Camere "curate"

Camere de testare

Instalații de descețare

1.3.3 Clasificarea după diferența de presiune dintre interiorul și exteriorul încăperii ventilate:

Ventilarea echilibrată, sistem la care debitele de aer de introducere și de evacuare sunt egale.

Ventilarea în supra-presiune, sistem la care debitul de aer introdus este mai mare decât cel evacuat pe cale mecanică astfel că în interior apare o suprapresiune, debitul în exces evacuându-se pe cale naturală.

Ventilare în sub-presiune, sistem la care debitul de aer introdus este mai mic decât cel evacuat. Important este însă de urmărit ce degajări sunt în încăperile alăturate, pentru a nu contamina o încăpere ventilată în subpresiune sau ce degajări nocive sunt într-o încăpere ventilată în suprapresiune pentru a nu contamina încăperile adiacente acesteia, spre care se va scurge aerul în exces. Stăpânirea regimului de presiuni este, din acest punct de vedere, foarte importantă.

În clădirile cu mai multe încăperi ventilate se recomandă ca, pe ansamblu, suma debitelor de aer evacuate să fie egală cu a celor introduse pentru a împiedica subrăcirea anumitor încăperi.

1.3.4 Clasificarea după alte criterii:

În unele țări se practică alte clasificări. În Germania, de exemplu, se folosește denumirea de „Tehnica ventilării”, ca denumire atotcuprinzătoare, incluzând și climatizarea (fig. 1.2.1).

Instalațiile pentru ventilarea încăperilor au sarcina de a elimina:

- noxele care impurifică aerul (substanțe toxice și otrăvitoare, mirosuri);
- căldura sensibilă (sarcina de încălzire, sarcina de răcire);
- căldura latentă (sarcina termică latentă la uscare, umidificare).

Clasificarea se face, pe de o parte, după felul ventilării, respectiv, funcțiunile ventilării (cu/fără aer exterior) și, pe de altă parte, după numărul proceselor termodinamice de tratare a aerului (I- încălzire, R- răcire, US - uscare, UM - umidificare).

Climatizarea parțială - aerul tratat este supus la trei procese termodinamice (I, R, US);

Climatizare - aerul tratat este supus la patru procese termodinamice (I, R, US, UM);

Detalierea instalațiilor pentru ventilarea încăperilor, cu luarea în considerare și a proceselor termodinamice de tratare a aerului este arătată în tabelul 1.2.1.

Tabelul 1.2.1. Clasificarea și desemnarea instalațiilor pentru ventilarea încăperilor (După DIN 1946 - Partea I -10.88)

Procese termo-dinamice de tratare a aerului		Instalații pentru ventilarea încăperilor	
		Cu funcție de ventilare	Fără funcție de ventilare
Număr procese	Tip	Instalații tehnice de ventilare	Instalații de ventilare de recirculare, AR
Nici unul		Instalații de ventilare de evacuare, AE	Instalații de ventilare de recirculare, AR
Unul	I R UM US	Instalații de ventilare, AP sau AM	Instalații de ventilare recirculare, AR
Două	I,R I,UM I,US R,UM R,US UM,US	Instalații de climatizare parțială, AP sau AM	Instalații de climatizare parțială de recirculare, AR

Trei	I,R,UM I,R,US R,UM,US I,UM,US	Instalații de climatizare parțială, 3 AP sau AM	Instalații de climatizare parțială de recirculare, AR
Patru	I,R,UM,U	Instalații de climatizare, AP sau AM	Instalații de climatizare de recirculare, AR

R - instalații de răcire; AP - aer proaspăt; AM - aer amestecat.

1.4 1.7. Semne convenționale și denumiri folosite în instalațiile de ventilare și climatizare

Pentru diversele părți ale instalațiilor, se folosesc semnele convenționale indicate în tabelul 1.3.2. (după DIN 1946 - Partea I).

Pentru marcarea pe planuri a tubulaturii de ventilare, corespunzător diverselor funcțiuni, se folosesc culorile din tabelul 1.3.1. Denumiri folosite:

AI - aer refulat (introdus) în încăperea/ încăperile deservite de instalații;

AA - aer aspirat din încăperea/încăperile deservite;

AE - aer aspirat din încăperea/încăperi eliminat (evacuat) în atmosferă;

AR - aer recirculat, o parte sau tot aerul aspirat, AA, dirijat spre a fi din nou tratat și reintrodus în încăperea/încăperi;

AM - aer amestecat provenit din amestecul aerului exterior (proaspăt), AP, și a unei părți din aerul aspirat, AA;

AP - aer proaspăt preluat din atmosferă prin intermediul unei prize de aer;

AEP - aer epurat, aer evacuat din încăperea / încăperi, supus unui proces de separare și reținere a celor mai multe noxe, înainte de a fi evacuat în atmosferă în scopul reducerii poluării.

Notațiile P și R plasate înaintea simbolurilor menționate au semnificația: P - aer pretratat; R - aer retratat

Terminologia celor mai importante elemente ale unei instalații de climatizare este arătată în figura 1.3.1.

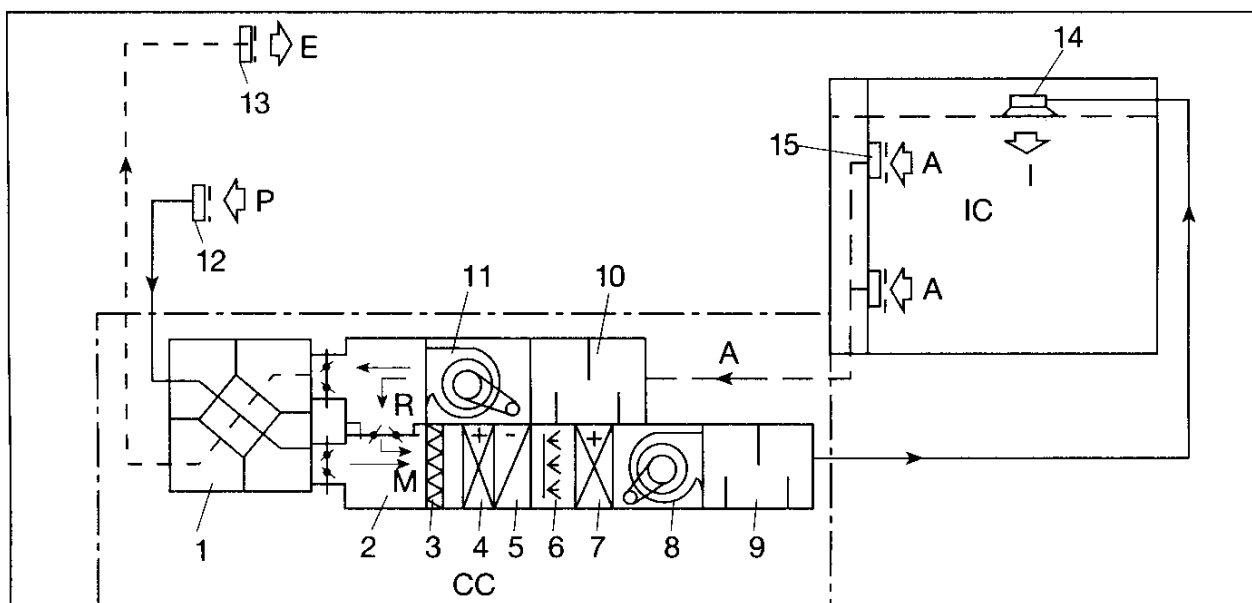
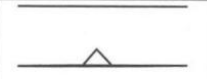



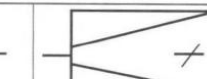
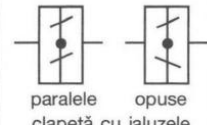
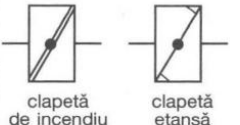
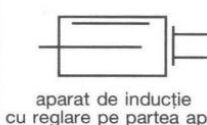
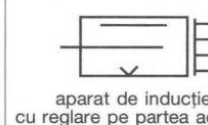
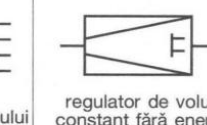
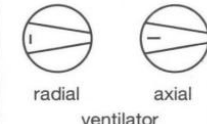




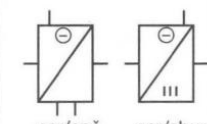
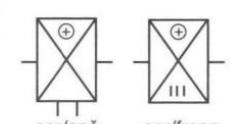
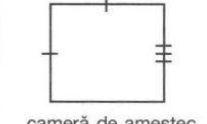

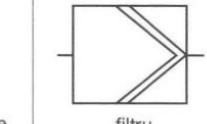
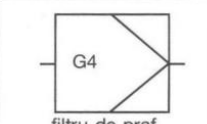
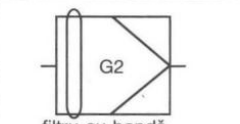
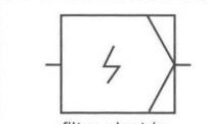
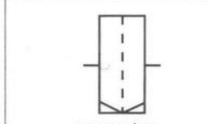
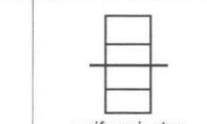
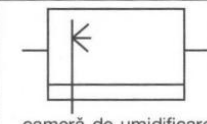

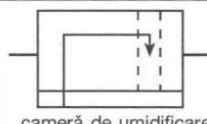
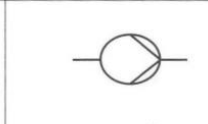

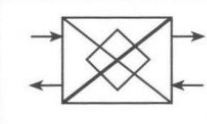
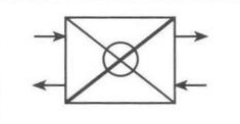
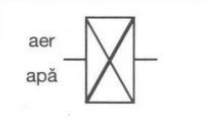
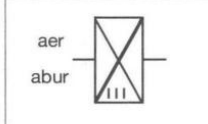
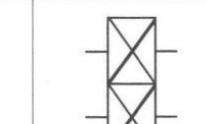
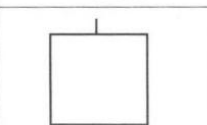
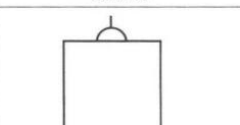

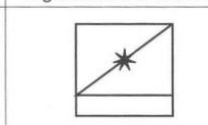

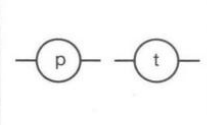
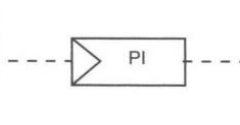
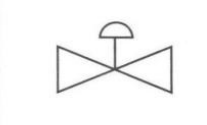
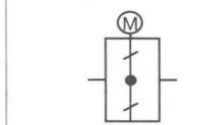



Figura 1.1 Fig. 1.3.1 Elementele principale ale unei instalații de climatizare:

1- recuperator de căldură; 2 - cameră de amestec; 3 - filtru de praf; 4 - baterie de preîncălzire; 5 - baterie de răcire; 6 - umidificator; 7 - baterie de reîncălzire; 8 - ventilator de introducere; 9 - atenuator

de zgomot, pe introducere; 10 - idem, pe evacuare; 11 - ventilator de evacuare; 12 - priză de aer proaspăt; 13 - gură de evacuare a aerului viciat în atmosferă; 14 - gură de introducere; 15 - gură de aspirare; CC - centrală de climatizare; IC - încăpere climatizată; A - aspirare; I - introducere; P - priză; E - evacuare; M - amestec; R - recirculare.

 canal cu gură de aspirație	 gură de refluxare gură de aspirație	 aparat de amestec cu volum constant	 aparat de amestec cu volum variabil și compensarea presiunii inițiale	 aparat de amestec cu volum variabil fără compensarea presiunii inițiale
 paralele clapetă cu jaluzele	 clapetă de incendiu clapetă etanșă	 aparat de inducție cu reglare pe partea apei racord la 2 conducte	 aparat de inducție cu reglare pe partea aerului racord la 4 conducte	 regulator de volum constant fără energie auxiliară
 radial axial ventilator	 atenuator de zgomot	 ventiloconvector cu racord de aer primar racordat la 2 conducte	 ventiloconvector fără racord de aer primar racordat la 4 conducte	 regulator pentru sisteme cu volum variabil (VVS) cu energie auxiliară pneumatică
 aer/apă baterie de răcire a aerului	 aer/apă baterie de încălzire a aerului	 cameră de amestec cu 3 ieșiri	 cameră de distribuție cu 2 ieșiri	 filtru pentru aerosoli
 filtru de praf de ex. G4	 filtru cu bandă roluită de ex. G2	 filtru electric	 separator de picături	 uniformizator
 cameră de umidificare prin pulverizare	 cameră de umidificare prin pulverizare/picurare	 cameră de umidificare prin picurare (cu corpuri de umplură)	 pompa	 vas de expansiune cu membrană
 recuperator de căldură cu plăci aer/aer	 recuperator de căldură rotativ aer/aer	 încălzitor/răcitor pentru recuperarea regenerativă a căldurii	 încălzitor/răcitor pentru recuperarea regenerativă a căldurii	 baterie de încălzire cu tuburi termice
 cazan de încălzire cu apă	 cazan de încălzire cu abur	 mașină frigorifică cu compresie	 mașină frigorifică cu absorbție	 compresor
 măsurarea presiunii măsurarea temperaturii	 regulator de ex. PI	 dispozitiv de acționare pneumatică de ex. pt. ventil	 servomotor electric de ex. pt. clapetă	 turn de răcire cu ventilator

Tab 1.3.2. Semne convenționale pentru instalațiile de ventilare sau climatizare

2. CAPITOLUL 2: BAZE CLIMATICE ȘI FIZIOLOGICE [1]

2.1 2.1. Aerul atmosferic

2.1.1 2.1.1. Aerul curat, uscat

Aproape întreaga atmosferă (circa 97 %) se găsește până la înălțimea de 29 km, dar limita superioară a acesteia atinge înălțimea de aproximativ 10.000 km. Compoziția chimică a atmosferei (tab. 2.1.1) este foarte uniformă între 0 și 90 km și alcătuiește stratul numit **homosferă**. Peste 90 km altitudine, ea devine foarte neuniformă, formând **heterosferă**.

Homosfera la rândul ei se divide în:

- **troposferă**, 0...12 km, caracterizată de gradientul normal de temperatură, 6,4 K/km;
- **stratosferă**, 12...50 km (zona în care se găsește și stratul de ozon), caracterizată de temperatura relativ constantă la altitudinea 12,5...20 km, după care temperatura scade, la 50 km ajungând la 0 °C;
- **mezosferă**, 50...80 km, în care temperatura ajunge la -83 °C.

Heterosfera se subdivide și ea în:

- **termosferă**, 80...400 km, în care se ating temperaturi de 1100...1650 °C;
- **ionosferă**, peste 400 km, alcătuită și ea din cinci straturi.

Greutatea aerului realizează la suprafața solului o presiune de 1,013 bar. Presiunea și temperatura aerului se modifică în funcție de înălțime așa cum se arată în tabelul 2.1.2.

Tabelul 2.2 Tabelul 2.1.2. Variația presiunii și temperaturii aerului cu altitudinea

Altitudinea [km]	0	0,5	1	2	3	4	6	8	10	15	20	50	80	100	120
Presiunea [mbar]	1013	950	895	810	725	645	500	375	270	145	50	1	0,1		0,01
Temperatura [°C]	15	11,8	8,5	2,04	-4,5	-11	-24	-37	-50	-55	-55	0	-83	0	+100

Gazul	Participație [%]	
	masică	volumică
Azot	75,51	78,10
Oxigen	23,01	20,93
Argon	1,286	0,9325
Bioxid de carbon	0,040	0,030
Hidrogen	0,001	0,01
Neon	0,0012	0,0018
Heliu	0,00007	0,0005
Kripton	0,0003	0,0001
Xenon	0,00004	0,000009
Ozon	-	10 ⁻⁶
Radon	-	6·10 ⁻¹⁸

Tabelul 2.1 Tabelul 2.1.1. Compoziția aerului curat, uscat

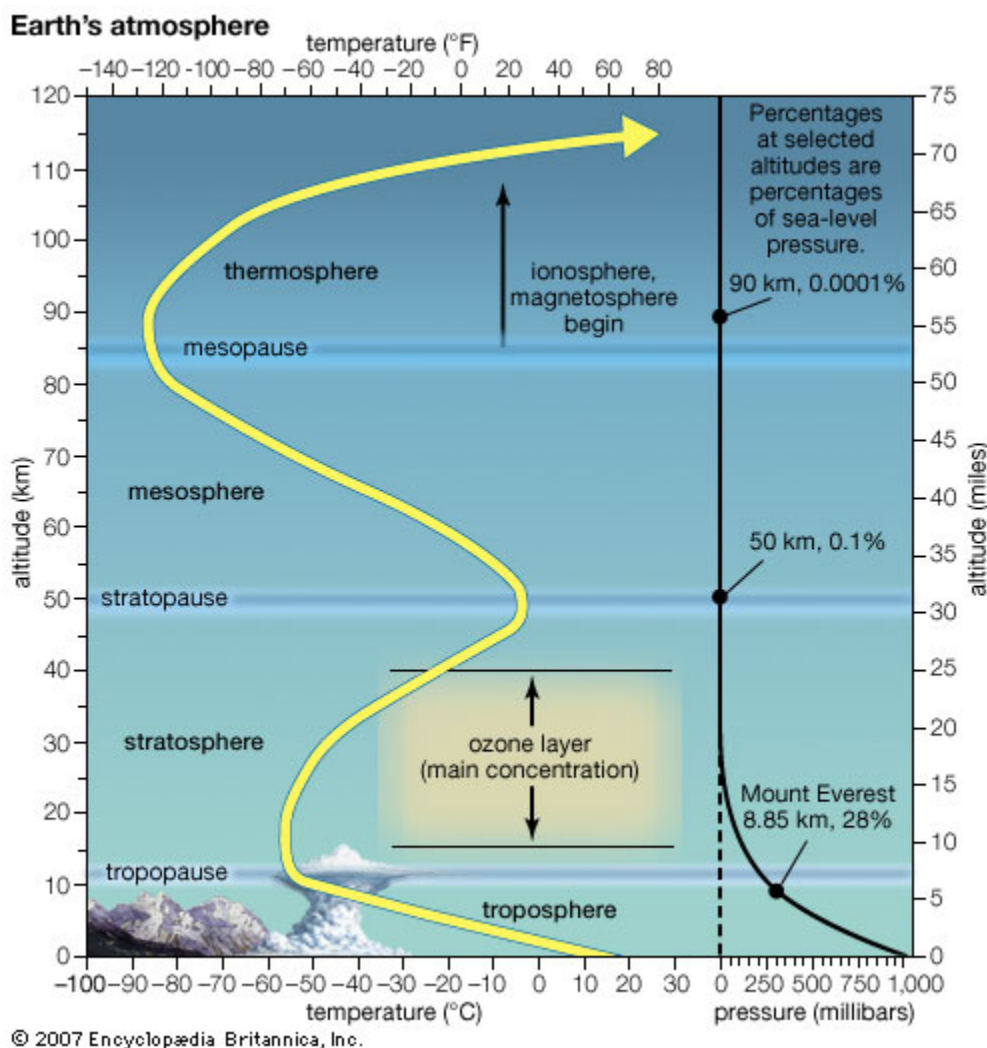


Figura 2.1 Temperatura în atmosfera terestra

Aerul este un amestec de gaze permanente în atmosferă, dintre care azotul și oxigenul reprezintă 99,03 % (în volum). Compoziția se modifică în timp și local foarte puțin la nivelul solului, iar la mari înălțimi predomină gazele ușoare. Bioxidul de carbon are o participație practic constantă (0,033 %, din volum) (cu tendințe de creștere ușoară datorită proceselor de ardere a combustibililor), în timp ce vaporii de apă (prezenți și ei în aerul atmosferic) variază între 0,02 % (în condiții de deșert) și 4 % (în regiunile ecuatoriale).

2.1.2 2.1.2. Impuritățile din aerul atmosferic

2.1.2.1 2.1.2.1 Gaze și vapori

Aerul atmosferic conține și un număr important de gaze și vapori (datorate, în principal, activităților industriale, casnice și circulației feroviare, rutiere, aviatice, marine) în funcție de vreme, anotimp, loc, climă etc.

Oxidul de carbon - prezent, în special, în zonele industriale (dar și urbane) și datorat arderilor incomplete, foarte otrăvitor și periculos, fiind inodor și incolor. Concentrația în aer este foarte variabilă (30...60 mg/m³ pe străzi, până la 36 g/m³ în gazele de eșapare, până la 50 mg/m³ în încăperile în care se fumează mult).

Bioxidul de carbon are concentrații variabile în funcție de zonă (750 mg/m³, în orașe mari, 600 în orașe mici și medii, 500 în mediul rural).

Bioxidul de sulf - prezent în zonele industriale în care se lucrează cu compuși ai sulfului, dar și în alte zone, ca urmare a arderii cărbunilor și a păcurii (tab. 2.1.3). Concentrația medie a

SO₂ în gazele rezultate din arderea combustibililor, exprimată în [g/m³] este: la cărbuni 2, la păcură 0,5...3, la gaz natural 0,05. În aerul atmosferic poate atinge concentrații de 0,1...1,0 mg/m³; la o concentrație de 0,5 mg/m³ are influență asupra omului și este vătămător pentru plante. **Are miros neplăcut, este iritant, incolor, înecăcios.**

Tabelul 2.3 Tabelul 2.1.3. Degajarea de SO₂ la instalațiile de ardere

Combustibilul	Putere calorică [kJ/kg]	Conținutul de sulf [%] din masă	Degajare de SO ₂ [kg/MWh]
Huilă, cocs	29000	1,0	3,1
Lignit	8400	0,7	6,5
Lignit brichetat	20000	0,4	1,9
Păcură	42000	0,5...2	1,1...4,4
Benzină	42000	0,05	0,1
Gaz natural	42000	< 0,01	< 0,02

Oxidul și bioxidul de azot iau naștere la descărcările electrice din atmosferă, în instalațiile de ardere și datorită circulației rutiere. NO₂ este un gaz otrăvitor și poate fi găsit și liber în atmosferă, în concentrație de 0,1...0,5 mg/m³.

Amoniacul se găsește liber în atmosferă, în concentrații foarte mici (0,02...0,05 mg/m³), ca urmare a proceselor de putrefacție.

Ozonul se găsește, de regulă, în stratul situat la altitudinea de 20...35 km, dar poate fi întâlnit și la 50-55 km. **Ozonul ia naștere prin acțiunea razelor ultraviolete asupra atomilor de oxigen și care are funcția de a proteja suprafața Pământului împotriva celei mai mari părți a radiației ultraviolete, a razelor X și γ existente în spectrul radiației solare.** Ozonul se mai întâlnește în atmosfera terestră, ca urmare a descărcărilor electrice, a proceselor de evaporare și oxidare, în concentrații de 0,02...0,2 mg/m³. Concentrațiile admisibile în încăperi sunt normate la 0,1...0,2 mg/m³, peste 0,2 mg/m³ fiind supărător, iar în concentrații mai mari otrăvitor. Ozonul contribuie la îndepărtarea mirosurilor având efect oxidant puternic.

Vaporii de plumb - în mediul urban, în mod normal, au o concentrație de 0,1 mg/m³. În ultima vreme se constată o depășire regulată a acestei concentrații.

2.1.2.2 2.1.2.2 Praf

Prin praf se înțeleg particule solide a căror viteză de cădere în aer (sub acțiunea câmpului gravitațional), datorită dimensiunilor mici ale acestora, este mult mai mică decât cea corespunzătoare căderii corpurilor. Forma și dimensiunile particulelor de praf pot fi foarte diferite, iar viteza de cădere a acestora (particule cu dimensiuni de 1...1000 μm) este (legea lui Stokes):

$$v = 3 \cdot 10^4 \cdot \rho \cdot d_e^2 \text{ [m/s]},$$

unde: ρ - densitatea particulei, [kg/m³]; d_e - diametrul echivalent al particulei, [m].

Particulele mai mici de 0,1 μm aparțin domeniului coloidal (legea Cunningham). **Praful ia naștere prin acțiunea factorilor meteorologici (vânt, furtună, îngheț, dezgheț), descompunerii datorită incendiilor, erupției vulcanilor sau prin activitatea oamenilor în procesele de muncă, datorită circulației rutiere, feroviare etc.** Praful poate fi de **natură anorganică** (nisip, scrum, cărbune, funingine, piatră, metale) sau **organică** (polen, spori, semințe, particule de plante, fibre textile etc.). Un prim strat de praf se găsește la nivelul solului (0...4-5 m) datorită circulației vehiculelor, iar al doilea, peste acoperișurile clădirilor datorită funcționării instalațiilor de încălzire, industriale etc. Concentrația prafului în aer, în medie 0...3 mg/m³, depinde de starea vremii, de anotimp, oră și loc. Praful existent în mod normal în aer, în afara unei ușoare influențe asupra respirației, nu este dăunător

organismului. Praful industrial este în anumite situații dăunător. Sunt necesare măsuri împotriva prafului industrial, deoarece vătămează sănătatea, alterează curățenia, favorizează formarea ceții, micșorează radiația solară (în special iarna), uzează mașinile și clădirile etc. Depunerile de praf (în special de funingine), exprimate în $[g/m^2, \text{lună}]$; în general, 10...15, în zone industriale 20...30 (și chiar mai mult), în stațiuni de odihnă și tratament 2...10. Praful depus, raportat la greutate, reprezintă 97 % în domeniul particulelor cu dimensiunile $1...30 \mu m$ și 3 % în domeniul $0...1 \mu m$, iar raportat la numărul de particule 98,5 % în domeniul $0...1 \mu m$ și 1,5 % în domeniul $1...30 \mu m$.

2.1.2.3 2.1.2.3 Nuclee de condensare

Nucleele de condensare reprezintă particule mici, care se găsesc în atmosferă, cu un diametru de $0,1...1,0 \mu m$ și pe care condensează vaporii de apă la saturare formând așa-numitele sisteme coloidale. Apariția nucleelor de condensare se datorează proceselor chimice de condensare și sublimare și nu celor de fărâmițare mecanică. Fumul este un sistem coloidal de natură solidă, pe când ceața este de natură lichidă. Nucleele de condensare pot avea sarcină electrică (pozitivă sau negativă), formând ioni.

2.1.2.4 2.1.2.4 Agenți patogeni

Agenții patogeni (germenii) reprezintă mici viețuitoare (microorganisme, bacterii, microbi) de proveniență vegetală sau animală, de formă cilindrică, sferică, spirală sau aciculară având grosimea $0,5...1 \mu m$ și lungimea $1...5 \mu m$. În general, agenții patogeni aderă la particule solide astfel că la creșterea conținutului de praf se constată și o creștere a conținutului de germeni patogeni. Conținutul de germeni patogeni (foarte variabil în funcție de loc) poate fi apreciat la valorile: 100...300 germeni/ m^3 în mediu rural, 1000...5000 pe străzi, iar în locuințe și mai mare.

2.2 2.2 Factorii meteorologici

2.2.1 2.2.1. Temperatura aerului exterior

2.2.1.1 Variația temperaturii aerului exterior

Temperatura aerului exterior, factor important în dimensionarea instalațiilor de încălzire, ventilare și climatizare, este determinată în apropierea scoarței terestre, pe de o parte, de radiația solară și absorbția sau cedarea medie a solului și, pe de altă parte, de vânt.

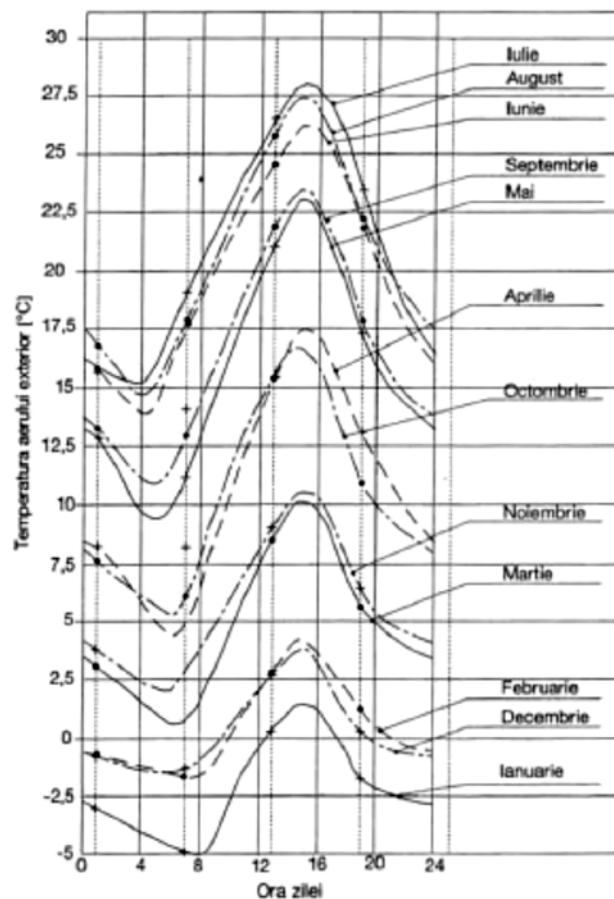


Figura 2.2 Fig. 2.2.1. Variația zilnică a temperaturilor medii ale aerului exterior în București (1968-1977).

Ciclul zilnic al temperaturii aerului reprezintă o oscilație cvasi cosinusoidală prezentând un punct de minimum, înainte de răsăritul soarelui, și un punct de maximum, în mijlocul după amiezii, (fig. 2.2.1). Minimul zilnic este atins, vara, în jurul orei 4, iarna, către ora 8, iar maximum este cuprins între orele 14 și 15. Oscilațiile zilnice de temperatură au o amplitudine de 6...7 °C vara (în afara litoralului care este de 4 °C) și 3...4 °C iarna. Explicația o găsim în radiația solară mult mai puternică vara. Temperatura medie zilnică, t_{em} rezultă din medierea înregistrărilor orare, se determină, în mod curent, pe baza valorilor a 4 citiri de temperatură, la orele 1, 7, 13 și 19 cu ajutorul relației:

$$t_{em} = 1/4 \cdot (t_1 + t_7 + t_{13} + t_{19}) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (2.2.1) \quad (2.1)$$

Alături de variația zilnică, temperatura exterioară prezintă și un ciclu lunar precum și unul anual (fig. 2.2.2).

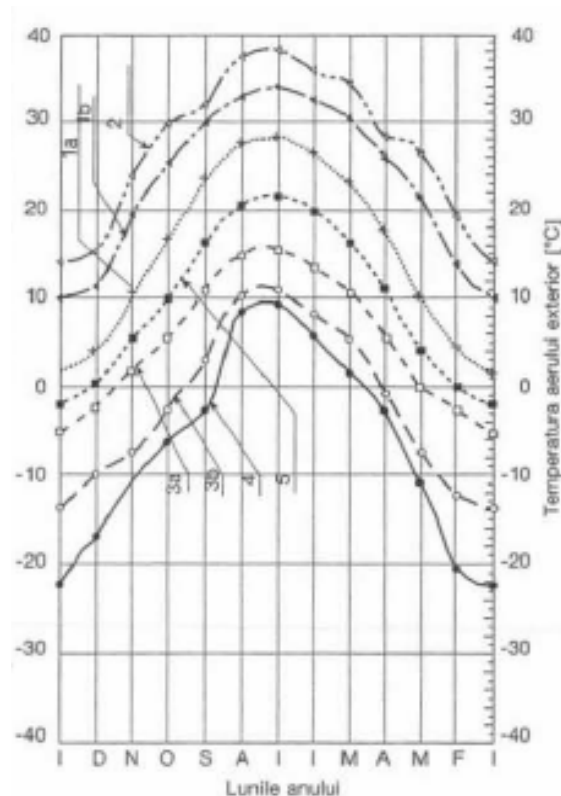


Figura 2.3 Fig. 2.2.2. Variația anuală a temperaturii în București (1968-1977): 1 - media maximelor; 2 - maxima absolută; 3 - media minimelor; 4 - minima absolută; 5 - temperatura medie lunară (media mediilor zilnice).

Valori: a - zilnice; b - lunare.

Notă: - Media maximelor zilnice reprezintă media aritmetică a celor mai ridicate valori din toate zilele lunii și perioadei considerate (ex: medii pentru iulie se face din 31 zile x 10 ani = 310 valori); - Media maximelor lunare reprezintă media aritmetică a celor mai ridicate valori din fiecare lună a perioadei considerate (pt. iulie: 1 valoare/lună x 10 ani = 10 valori).

Figura 2.2.2 ilustrează faptul că cele mai ridicate temperaturi se înregistrează în luna iulie iar cele mai scăzute, în ianuarie. De aici rezultă și necesitatea definirii a două temperaturi de calcul, pentru dimensionarea instalațiilor de încălzire, ventilare și climatizare, și anume: una, pentru perioada caldă a anului (iulie) și alta pentru cea rece (ianuarie).

În Anexa I volumul Instalații de încălzire este indicată valoarea temperaturii medii lunare t_{ml} pentru principalele localități din România.

2.2.1.2 Modificări ale temperaturii aerului exterior

- Scăderea temperaturii aerului, cu înălțimea, în imediata apropiere a solului, pentru sezonul cald este arătată în figura 2.2.3.

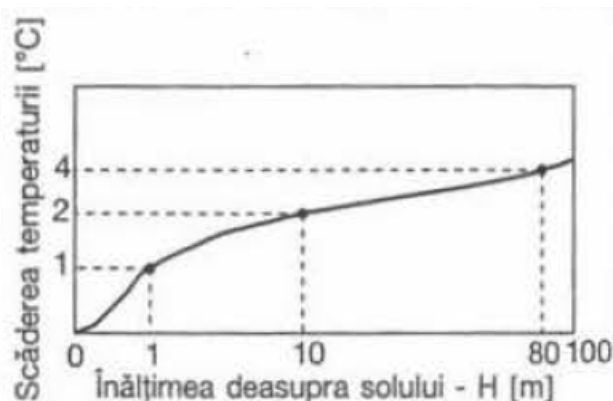


Figura 2.4 figura 2.2.3

- Modificarea temperaturii cu altitudinea, pentru localități situate la peste 500 m deasupra nivelului mării, poate fi determinată, pentru sezonul cald, cu ajutorul relației aproximative:

$$t_h = t_e - h/200 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (2.2.2) \quad (2.2)$$

unde: t_e - temperatura aerului exterior vara la șes [°C]; h - altitudinea localității considerate [m]; t_h - temperatura localității considerate.

- Temperatura aerului în orașele mari, datorită zonei construite, este mai ridicată decât la periferie, atât vara cât și iarna. Iarna creșterile de temperatură față de periferie sunt de 4...5 °C, iar vara de 2...3 °C.

Variațiile de temperatură descrise nu pot constitui date de calcul pentru dimensionarea instalațiilor. Sunt necesare, **pentru scopuri tehnice: punerea în evidență a unei frecvențe de manifestare (f) a unei anumite mărimi și, în corelație cu aceasta, stabilirea unor grade de asigurare (g) a instalațiilor în funcție de importanța acestora.** Un asemenea exemplu este dat în figura 2.2.4 și tabelul 2.2.1.

Frecvența de apariție a unei temperaturi pentru o luna și o localitate considerată (Duță)

$$f = \frac{N_{te}}{N} 100 \text{ [%]}, \quad g = 100 - f$$

unde: N_{te} - numărul de zile din perioada analizată în care temperatura aerului exterior este mai mare sau egală cu valoarea considerată; $N = n_z n_a$ - număr total de zile, n_z - număr total de zile din lună, n_a - numărul de ani considerați

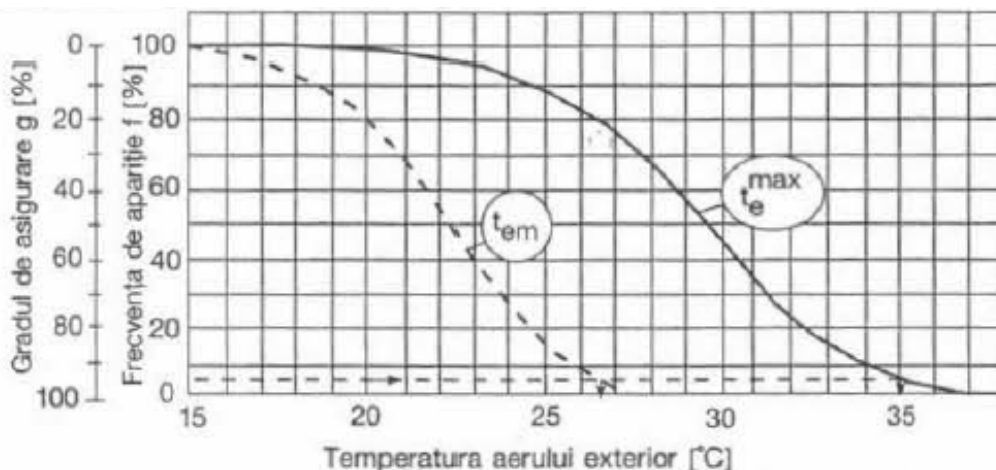


Figura 2.5 Figura 2.2.4 Frecvența temperaturilor exterioare medii t_{em} și maxime $t_{e\max}$ pentru București (iulie, 1948-1977). Exemplu: pentru $f = 5\%$ ($g = 95\%$), rezultă: $t_{em} = 26,5 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{e\max} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

Tabelul 2.4 Tabelul 2.2.1 Frecvența de manifestare a temperaturilor exterioare medii t_{em} și maxime $t_{e\max}$ în București [%]

Luna	Temp. ext. [°C]	Frecvența de manifestare [%]							
		1	2	5	10	15	20	30	50
Ianuarie	med.	8	6	4,6	3,4	2,5	1,7	0,6	-1,4
	max.	13,2	12,5	11,4	8,5	7,3	5,7	4,6	2,3
Februarie	med.	11	95	73	5,6	5,3	4,4	2,7	1,4
	max.	19,5	17,5	14	11,5	10,5	9,5	7,6	4,5
Martie	med.	15,5	15	13,2	10	9,3	8,5	7,3	4,5
	max.	25,5	23,3	22,5	19,7	17,5	16,5	14,5	10,5
Aprilie	med.	19,5	19	17,4	16,2	15,7	15,1	14	11,5
	max.	28	27,6	25,7	24,5	23,7	22,6	21	18,2

Mai	med.	25,5	24,3	22,3	21,2	20,6	20,2	19,2	17,1
	max.	33,6	31,7	30,5	29,3	28,3	27,4	26,3	24,1
Iunie	med.	26,3	26	25	24	23,3	22,7	21,8	20,7
	max.	34,5	33,7	32,2	31,3	30,4	30,1	28,7	27
Iulie	med.	29	27,5	26,5	25,7	25	24,6	23,6	22,4
	max.	37,5	36,2	34,4	33,3	32,4	31,6	30,5	28,7
August	med.	26,5	26,1	25,7	24,6	24	23,5	22,5	21
	max.	35	34,1	33	32,5	31,5	30,7	29,6	28
Septembrie	med.	23,3	22,6	22,1	21,5	20,7	20,2	19,5	17,5
	max.	31,5	31,1	30,3	29,6	29,2	28,5	27,5	25
Octombrie	med.	18,3	18	16,8	15,5	14,7	14,2	13	10,5
	max.	27,5	26,5	25	24	23	21,7	20,3	17,7
Noiembrie	med.	15	14,4	13	11,3	10,7	9,8	8,6	6,2
	max.	24	21,7	20,6	19	17,7	17	14,6	11
Decembrie	med.	9	7,8	6,5	5,4	4,5	3,4	2,5	0,8
	max.	14	13	10,5	9,5	8,4	7,7	6,4	4

2.2.1.3 Grade-zile pentru încălzire

Numărul de grade-zile este definit prin relația:

$$I = N_i (t_i - t_{em}) \quad (2.2.3) \quad (2.3)$$

in care: N_i - este numărul de zile ale perioadei de încălzire; $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ - temperatura medie a aerului interior [$^\circ\text{C}$]; t_{em} - temperatura medie a aerului exterior în perioada de încălzire [$^\circ\text{C}$].

Reprezentarea grafică a numărului de grade-zile se indică în figura 2.2.5

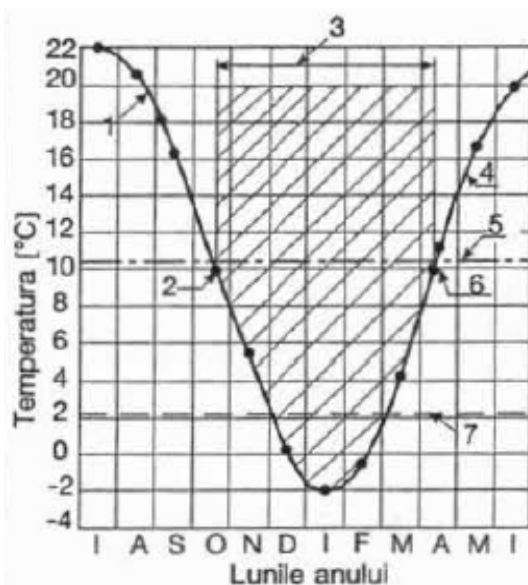


Figura 2.6 Fig. 2.2.5. Reprezentarea gradelor - zile de încălzire pentru București:
 1 - temperatura aerului exterior; 2 - începutul perioadei de încălzire - 20 octombrie;
 3 - numărul zilelor de încălzire - 183; 4 - variația temperaturii medii lunare în perioada 1968-1977;
 5 - temperatura medie anuală, $t_{ma} = 10,4 \text{ }^\circ\text{C}$; 6 - sfârșitul perioadei de încălzire - 19 aprilie; 7 - temperatura medie a perioadei de încălzire, $t_{em} = 2,2 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura limită pentru începutul și sfârșitul încălzirii, $t_i \approx +10 \text{ }^\circ\text{C}$

Gradele-zile pentru încălzire ale unui an sunt reprezentate grafic pentru București în figura 2.2.5 prin suprafața hașurată. Intersecția temperaturii $t_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ cu temperatura medie lunară determină începutul (20 octombrie) și sfârșitul (10 aprilie) perioadei de încălzire.

2.2.1.4 Grade-zile pentru ventilare

Asemănător numărului de grade-zile pentru încălzire se definește și numărul de grade-zile pentru ventilare care se poate exprima prin relația:

$$V = N_v \cdot (t_r - t_{em}) \quad (2.2.4) \quad (2.4)$$

în care N_v este numărul de zile ale perioadei de ventilare, t_r - temperatura aerului refulat în încăperi [°C].

Deoarece nu toate instalațiile de ventilare funcționează întreaga zi, în locul temperaturii medii zilnice, trebuie să se considere temperatura medie a perioadei de funcționare. Mai potrivită este noțiunea de "grade-ore pentru ventilare" care se definește prin relația:

$$V_h = N_h (t_r - t_{em}) \quad (2.2.5) \quad (2.5)$$

în care: N_h este numărul orelor în care funcționează instalația de ventilare, iar t_{em} - temperatura medie a aerului exterior pentru perioada N_h (de funcționare a instalației de ventilare) [°C].

2.2.1.5 Grade-ore pentru răcire

Numărul de grade-ore pentru răcire se definește similar:

$$R = N_r (t_{rv} - t'_{em}) \quad (2.2.6) \quad (2.6)$$

în care: N_r este numărul orelor în care se face răcirea încăperilor; t_{rv} - temperatura de refulare a aerului în perioada în care se face răcirea încăperilor (circa 18...20 °C); t'_{em} - temperatura medie a aerului exterior corespunzătoare perioadelor în care se face răcirea [°C].

Numărul anual al gradelor-ore pentru răcire poate fi considerat, până la efectuarea unor cercetări sistematice, cu aproximație în funcție de t_{rv} [°C]:

t_{rv}	12	14	16	18	20	22
R	23500	13700	7500	4200	2250	1150

Grade-ore pentru ventilare GO_v

2.2.2 2.2.2. Umiditatea aerului exterior

Umiditatea aerului joacă un rol deosebit în tehnica ventilării și climatizării. Ea poate fi exprimată în mai multe moduri: umiditatea relativă (φ); conținutul de umiditate (x) exprimat în g vapori, raportat la 1 kg de aer uscat

2.2.2.1 Variația umidității

Umiditatea relativă, φ , are o variație inversă temperaturii aerului, cunoscând o variație zilnică, lunară și anuală. Presiunea parțială a vaporilor de apă din aer are o variație zilnică relativ redusă, deosebiri mai importante înregistrându-se de la vară, la iarnă.

În figura 2.2.6 se arată variațiile umidității relative (ciclurile zilnice și anuale) ale aerului exterior în București. Înregistrările meteorologice arată că aerul exterior are umiditatea relativă cea mai scăzută în luna iulie, crescând către lunile de iarnă, după care începe să descrească din nou.

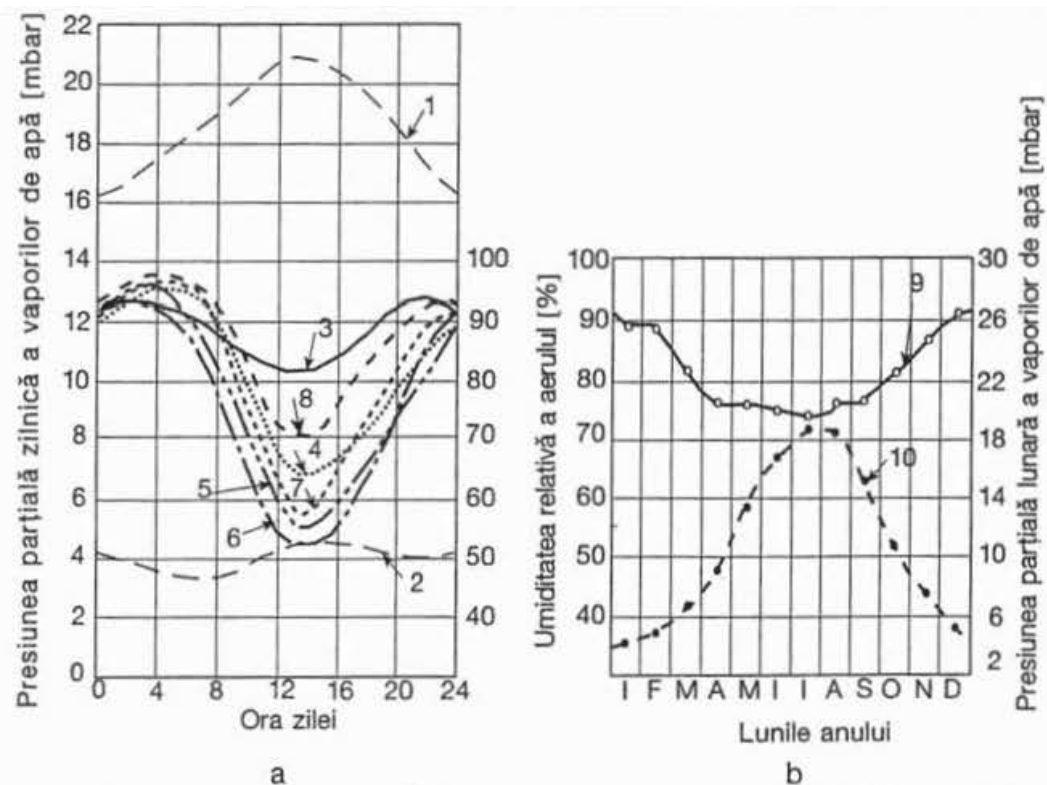


Figura 2.7 Fig. 2.2.6. Variația umidității relative a aerului exterior în București:

a - variația zilnică; b - variația anuală;

1 - presiunea vaporilor în iulie; 2 - idem, în ianuarie; 3 - presiune parțială în ianuarie; 4 - martie; 5 - mai; 6 - iulie-septembrie; 7 - octombrie; 8 - noiembrie; 9 - umiditatea relativă; 10 - presiunea vaporilor.

Umiditatea aerului este recomandabil să se indice sub forma conținutului de umiditate, x , deoarece în timpul zilei, această mărime se modifică în mică măsură (fig. 2.2.7).

2.2.3 C02 - 2.2.3. Radiația solară

2.2.3.1 Unghiurile solare/Umbrirea (Duță 3.3.3 pg 92)

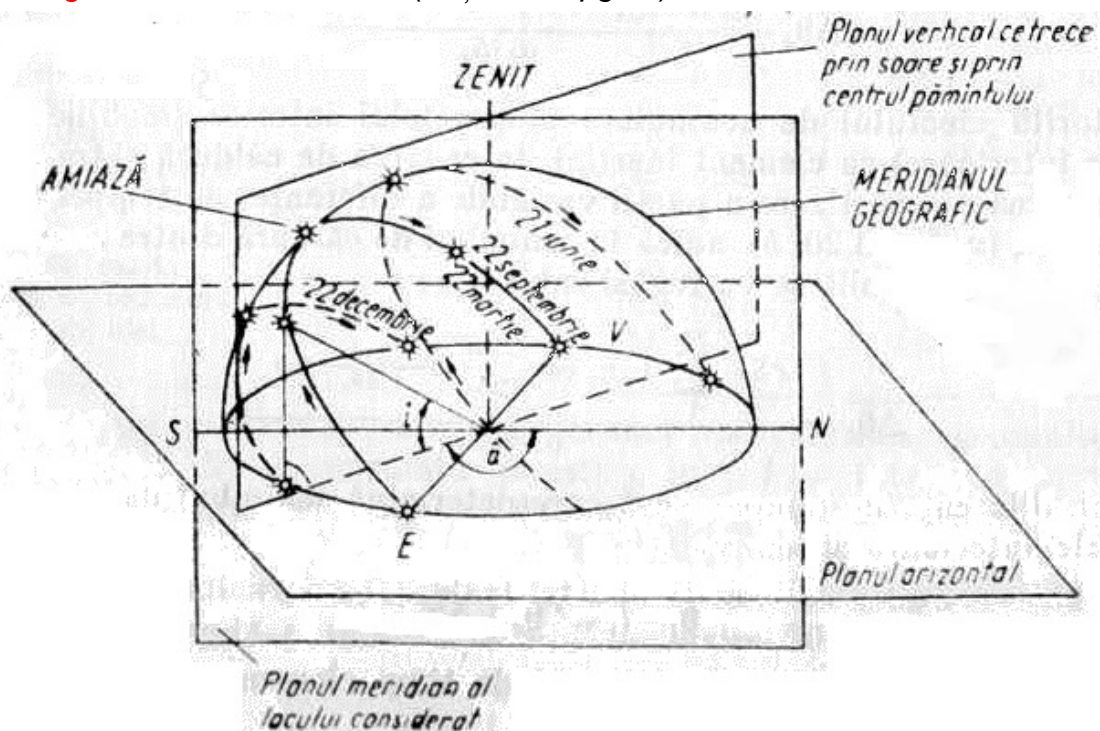


Fig. 3.21. Definierea unghiurilor solare.