

INSTALAȚII DE VENTILARE

9.1. Noțiuni generale

Rolul unei instalații de ventilare este de a stabili sau de a menține condiții de temperatură, umiditate, conținut de praf și produse gazoase, compatibile cu un anumit grad de confort, în prezența diverselor aporturi exterioare, respectând nivelul de zgomot și de viteză de deplasare a aerului compatibile cu acest confort.

Ventilarea poate fi în funcție de modul în care aerul este circulat în incinte:

- a) *naturală* – când aerul este circulat prin diverse „deschideri” ale clădirilor în mod natural, sub efectul vântului sau al tirajului;
- b) *mecanică* – când se folosește un dispozitiv mecanic (ventilator) care vehiculează prin incintă aer exterior, sau un amestec de aer interior cu aer exterior.

Pentru a obține în incintele ventilate condiții de temperatură, presiune și umiditate prescrise (stabilite de normativele și standardele în vigoare), aerul va trebui supus în prealabil unui proces de tratare complexă, proces ce poate cuprinde încălziri, răcirii, umidificări, dezumidificări, filtrări, etc.

Principala problemă care se pune din punct de vedere al ventilării este aceea de a evita și de a elimina mirosurile neplăcute sau de a elimina anumiți vapori ce pot apare în incintă (vapori ce pot fi periculoși atât prin acțiunea directă asupra organismului cât și prin posibilitatea de a da naștere la inflamări, explozii, etc. - de exemplu benzina). În general, există un conținut limită ce nu trebuie depășit și pe baza acestuia se determină debitul de aer necesar.

În cazul ventilării în scopuri igienice a incintelor normale de locuit, rata de schimb a aerului se determină funcție de numărul de ocupanți ai încăperii, fixând valoarea admisibilă a conținutului în acid carbonic (între 1 ‰ și 1,5 ‰), limitând temperatura datorită degajărilor de căldură sau a cantităților de vapori de apă în incintă.

Astfel, unei incinte având 10 persoane și volumul de 50 m³ (2,5x6x3,5), trebuie să-i furnizăm 35 m³ de aer pentru ca și concentrația în CO₂ să nu depășească 1 ‰. Dacă se consideră o incintă la care volumul pe persoană este 20 m³, calculul arată că pentru a evita depășirea concentrației de CO₂ sunt suficienți 20 m³ de aer ventilat.

Dacă localul este ocupat continuu, ventilația orară necesară bazată pe un conținut de CO₂ < 1 ‰ este dată de relația:

$$V^m = \frac{p}{1 - 0,4} = \frac{p}{0,6} \quad [\text{m}^3] \quad (9.1)$$

unde: p - "producția" orară de acid carbonic, [litri];
0,4 - conținutul în CO₂ al aerului exterior, [litri/m³].

Pentru adulți în repaus, „producția” orară de acid carbonic este p = 20 ... 25 l, deci V^m = 33 ... 42 m³. Pentru adulți lucrând, p = 40 l, debitul de ventilație calculat după metoda de mai sus va fi mai mare, de ordinul a ≈ 70 m³. În ceea ce privește creșterea nivelului de umiditate a aerului în incintă, se știe că aportul de umiditate al unei persoane aflate în stare de repaus este de 142 g/m³, ceea ce, la temperatura de 18°C reprezintă, pentru o umiditate relativă de φ = 50 %, o creștere a umidității de 6... 8 %.

9.2. Organigrama unui sistem de ventilație

Circulația aerului pentru o instalație complexă de ventilație și climatizare poate fi reprezentată schematizat pe baza organigramei din figura 9.1, în care se pot urmări legăturile dintre gurile de aspirație și refulare, circuitele de aer, chesoanele de distribuție sau de extracție a aerului, posibilitatea de realizare a recirculării unei părți din aerul din incintă, ca și nivelul de presiune la care lucrează incinta.

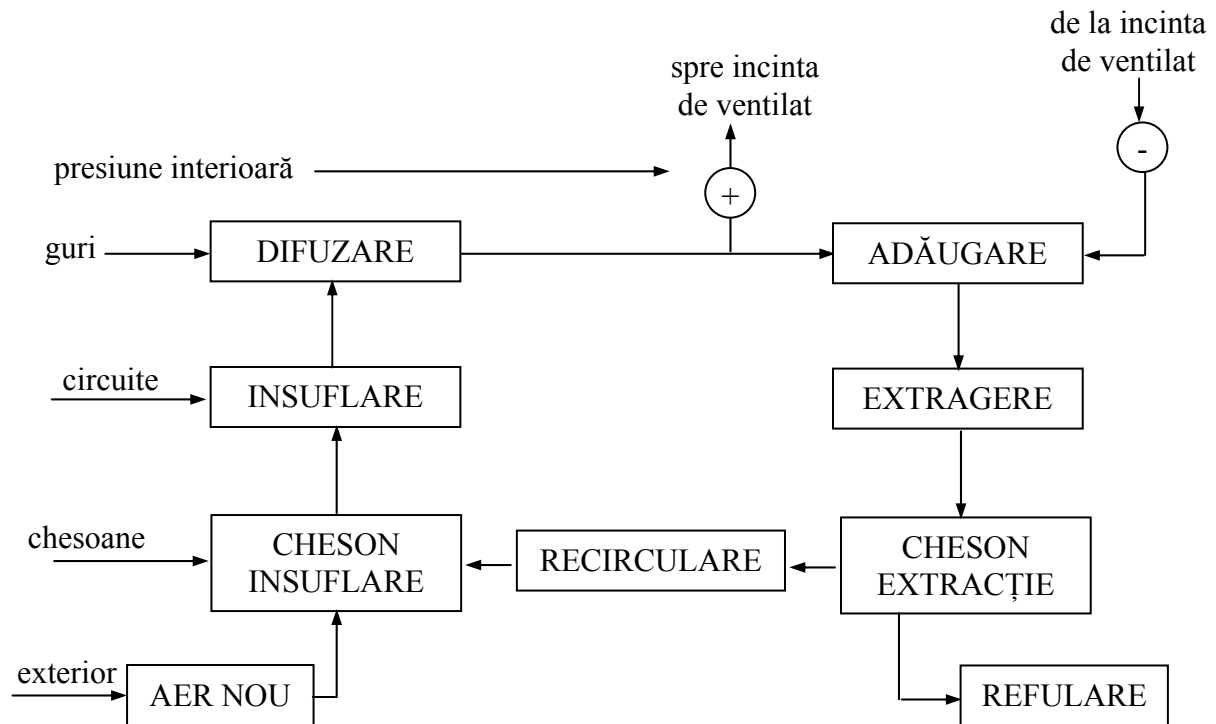


Figura 9.1. Organigrama unui sistem de ventilație

Având în vedere organigrama de mai sus, în figura 9.2 se prezintă schema de principiu a circuitelor unei instalații de ventilație pentru o incintă.

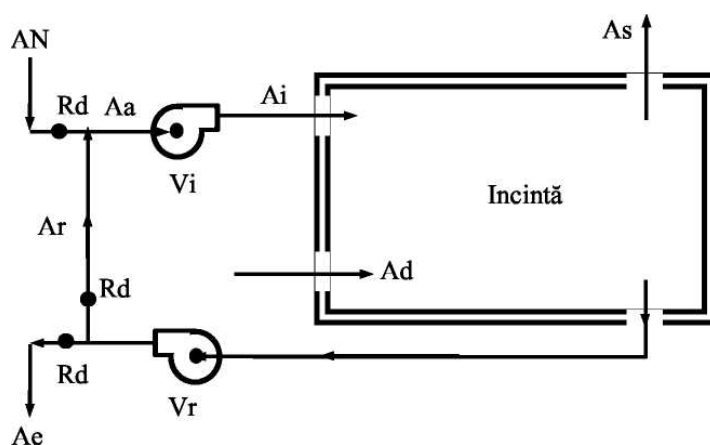


Figura 9.2. Schema de principiu a circuitelor unei instalații de ventilație:
 V_i - ventilator de insuflare; V_r - ventilator de refulare; R_d - regulator de debit; A_e - aer total evacuat din incintă; A_r - aer recirculat; AN - aer nou introdus în incintă; A_i - aer insuflat; A_a - amestec de aer proaspăt și aer recirculat; A_s - aer de suprapresiune; A_d - aer de depresiune

În funcție de nivelul de presiune realizat în incintă prin acțiunea simultană sau separată a celor două ventilatoare, această se poate afla în stare de suprapresiune, caz în care aerul va ieși din incintă ca aer de suprapresiune (A_s), sau în stare de depresiune, caz în care aerul va intra în incintă ca aer de depresiune (A_d).

9.3. Clasificarea sistemelor de ventilare

Având în vedere rolul pe care-l are o instalație de ventilare, trebuie să se țină seama de caracteristicile cerute aerului dintr-o incintă, care pot fi extrem de variabile, funcție de tipul și destinația incintei, astfel încât, pentru anumite industrii instalațiile de ventilare trebuie să fie complexe și automatizate, permițând menținerea foarte strictă a unor condiții de ambianță prestabilite.

Pornind de la considerațiile de mai sus, instalațiile de tratare a aerului pot fi împărțite în 5 categorii și anume (tabelul 9.1):

- *instalații de ventilare naturală* – la care circulația aerului are loc pe baza diferenței de presiune sau/și de temperatură ce rezultă între interiorul și exteriorul incintei. Ea poate avea loc prin neetanșeitățile ușilor și ferestrelor, prin deschiderea acestora, prin asigurarea efectului de tiraj al aerului, etc.
- *instalații de ventilare mecanică* – caracterizate de existența ventilatoarelor (unul sau două) ce asigură intrarea respectiv evacuarea aerului din incintă. În funcție de decalajul de presiuni realizat de cele două ventilatoare avem incinta sub depresiune (când aerul exterior va pătrunde în incintă prin neetanșeități) sau sub suprapresiune (când aerul interior va ieși din incintă prin neetanșeități);
- *instalații cu reîmprospătarea aerului* – caz în care calitatea aerului interior este ameliorată, în sensul realizării unui ecart între temperatura din incintă și cea exterioară;
- *instalații de climatizare* – care asigură în orice perioadă a anului ambianțe confortabile, cu parametri interiori fixați înainte, având rolul fie de a echilibra căldurile sensibile prin aport sau prin evacuare de energie termică din incintă, fie de a echilibra căldurile latente, în special în sezonul cald, prin reducerea gradului de umiditate;
- *instalații de condiționare a aerului* – poate asigura, pe lângă echilibrarea căldurilor latente și a celor sensibile și menținerea, cu anumite toleranțe, a condițiilor climatice fixate dinainte pentru incinta respectivă. Practic aceste instalații se pot utiliza ca sisteme izolate, ele putând funcționa, la limită, fără aport de aer nou.

Tabelul 9.1. Clasificarea instalațiilor de ventilare

Nr. crt.	Funcția/natura instalației	Categoria
1	-	Ventilația naturală
2	I	Ventilație mecanică
	R	
	U	
	D	
3	IR	Reîmprospătare sau climatizare parțială a aerului
	IU	
	ID	
	RU	
	RD	
	UD	
4	IRU	Climatizare sau condiționare parțială a aerului
	IRD	
	IUD	
	RUD	
5	IRUD	Condiționarea totală a aerului

LEGENDĂ

- fără funcție;
- I** – încălzire;
- R** – răcire;
- U** – umidificare;
- D** – deumidificare;

Un alt criteriu de clasificare a instalațiilor de ventilare îl reprezintă numărul de circuite de aer prin care se realizează evacuarea, respectiv introducerea aerului în incintă:

- *instalații de ventilare simplu flux* – reprezintă instalațiile de ventilație mecanică, la care zona tratată (incinta), este menținută în stare de depresiune sau de suprapresiune, după cum ventilatorul folosit este de refulare sau de insuflare.

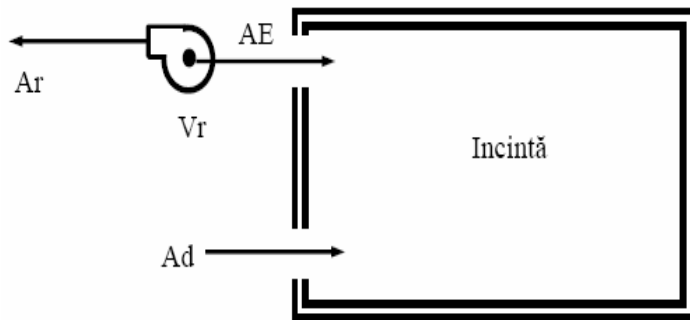


Figura 9.3. Ventilație simplă flux cu depresiune în incintă

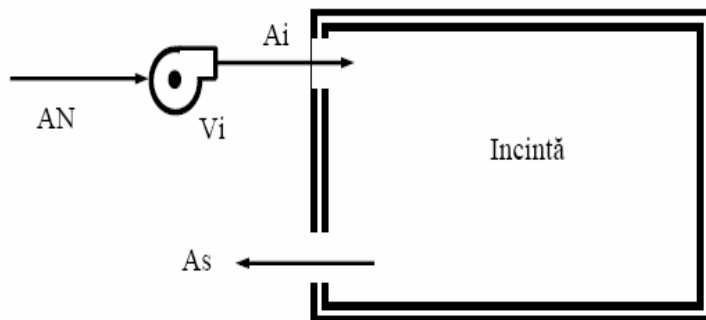


Figura 9.4. Ventilație simplă flux cu suprapresiune în incintă

În figura 9.3 este prezentată schema unei instalații de ventilație simplă flux cu depresiune, în care ventilatorul (V_r) extrage aerul din incintă, realizând în aceasta o ușoară depresiune. Datorită acestei depresiuni, aerul exterior nou va pătrunde în incintă prin neetanșeitățile acesteia ca aer de depresiune, presiunea din incintă fiind mai scăzută decât presiunea atmosferică.

În figura 9.4 este prezentată schema unei instalații de ventilație simplă flux cu suprapresiune; ventilatorul (V_i) introduce aerul din incintă, realizând în aceasta o ușoară suprapresiune. Datorită acestei suprapresiuni, aerul viciat din incintă va părăsi incinta prin neetanșeitățile acesteia ca aer de suprapresiune, presiunea din incintă fiind mai mare decât presiunea atmosferică.

- instalații de ventilare dublu flux – caz în care instalația de ventilare mecanică asigură ventilarea incintei tratate cu

ajutorul a două circuite de aer, unul de insuflare și unul de extracție a aerului viciat, (figura 9.5).

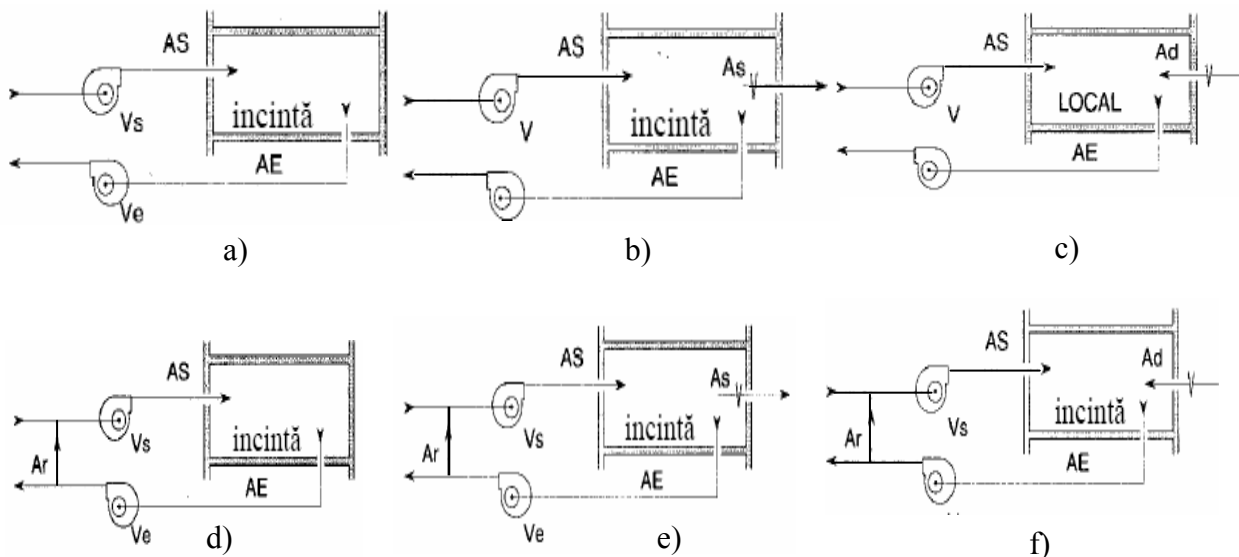


Figura 9.5. Ventilație dublu flux: a) circuit deschis; b) circuit deschis cu suprapresiune; c) circuit deschis cu depresiune; d) circuit cu recirculare; e) circuit cu recirculare și suprapresiune; f) circuit cu recirculare cu depresiune

9.4. Instalații de ventilare naturală

Ventilarea naturală se definește ca fiind operația de înlocuire a aerului dintr-o încăpere de un număr de ori, în timp de o oră, ca urmare a acțiunii independente sau simultane a factorilor naturali (presiunea termică și presiunea vântului).

Dacă schimbul de aer al unei încăperi se realizează prin neetanșeitățile acesteia (rosturi din jurul ferestrelor și ușilor, porii materialelor de construcție) este vorba de o ventilație naturală, neorganizată, caz în care, valoarea schimbului de aer este mică, $n=(0,5...1,5)$ schimburi de aer/h. Este posibil să se înregistreze valori mai mari ale schimbului de aer, dar numai în cazul când diferențele de temperatură dintre aerul din interiorul încăperii și cel din exterior sunt mai mari, sau când viteza vântului este mare.

Dacă schimbul de aer al unei încăperi se realizează prin deschideri având suprafețe date, amplasate la anumite înălțimi în pereții exteriori, este vorba de o ventilație naturală organizată, numărul de schimburi de aer pe oră depinzând de diferența de temperatură dintre aerul din interiorul și exteriorul încăperii, de viteza vântului și de distanța dintre axele deschiderilor prin care aerul pătrunde/iese în/din încăpere ($n=3...5$ schimburi aer/oră, valoarea mică fiind pentru încăperi cu înălțime de până la $h \leq 3$ m).

9.4.1. Condiții de realizare a ventilației naturale

O încăpere sau clădire se găsește sub acțiunea simultană a celor doi factori naturali amintiți (temperatură a aerului și viteza vântului), ceea ce face ca presiunea totală pe suprafața exterioară a unui orificiu de ventilație naturală să rezulte din însumarea algebrică a celor două presiuni rezultate ca urmare a acțiunii celor doi factori (relația 9.2).

$$\Delta p = \Delta p_i - \Delta p_e = (p_x - g \cdot h \cdot \rho_i) - (p_v - g \cdot h \cdot \rho_e) = p_x - [p_v - g \cdot h \cdot (\rho_e - \rho_i)] \quad [\text{Pa}] \quad (9.2)$$

unde: p_x – presiunea convențională interioară (1,33...7,225), [Pa];

p_v – presiunea pe fața exterioară a clădirii datorată acțiunii vântului, determinată cu relația 9.3, [Pa];

$$p_v = K_0 \cdot v^2 \cdot \frac{\rho_e}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (9.3)$$

$g=9,81$ – accelerația gravitațională, [m/s^2];

h – distanța de la planul de referință (planul neutru în care se înregistrează echilibru între presiunea interioară și exterioară a aerului – figura 9.6) și orificiul de ventilație, [m];

ρ_e – densitatea aerului exterior, corespunzătoare temperaturii acestuia, [kg/m^3];

ρ_i – densitatea aerului interior, corespunzătoare temperaturii acestuia, [kg/m^3];

v – viteza vântului de calcul, [m/s];

K_0 – coeficientul aerodinamic corespunzător zonei considerate de pe conturul exterior al clădirii ($K_0=+0,6$ – pe fața clădirii văzută de vânt, respectiv $K_0=(-0,3...-0,4)$ – pe fața opusă celei văzute de vânt).

Dacă se consideră o incintă încălzită, la temperatura $t_i=18^\circ\text{C}$ (figura 9.6), temperatura exterioară având valoarea $t_e=0^\circ\text{C}$. Presupunând că în incintă sunt practicate orificii de ventilație pe o față a incintei, orificii notate cu A (superior), respectiv B (inferior), principiul de realizare a ventilației este următorul: aerul interior, mai cald decât cel exterior, este mai ușor și are tendința de a se ridica la partea superioară a incintei. Ca urmare rezultă o diferență de densitate a aerului și deci o suprapresiune în zonele mai înalte ale incintei (clădirii), respectiv o depresiune în zonele mai joase ale incintelor. Aerul va părăsi incinta prin A, fiind *înlocuit în același timp* de aerul rece exterior care pătrunde prin B. Ca urmare a rezistenței pereților la trecerea aerului, pe pereții exteriori ai incintei apar presiuni diferite, care se traduc printr-o depresiune la partea joasă a incintei – zona B, și o suprapresiune la partea superioară a incintei – zona A. Se observă din figura 9.8 existența la jumătatea înălțimii clădirii unei mulțimi de puncte pentru care există un echilibru între presiunea exterioară și cea interioară și care alcătuiesc așa-numita **zonă neutră**.

Temperatura exterioară nu este aceeași pe fețele diferite ale aceleiași incinte în situația când aceasta este luminată de soare (figura 9.7): o față a clădirii se află în bătaia razelor soarelui, în timp ce cealaltă se află la umbră. Ca urmare a radiației solare, apare diferența

de temperatură între pereții opuși, ceea ce conduce la o diferență de presiune; aceasta dă naștere la o circulație a aerului, prin încăntă, dinspre fața rece spre cea caldă. Circulația se face prin pereți sau prin orificii special practicate și ea este cu atât mai puternică cu cât temperatura este mai mare.

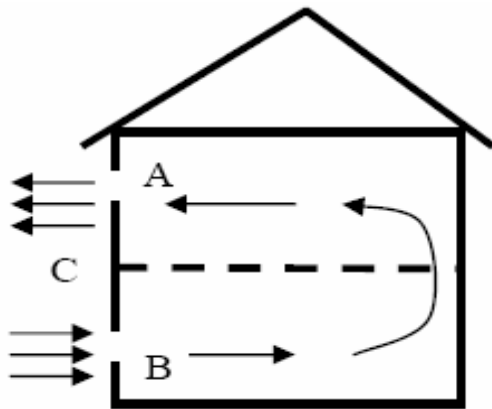


Figura 9.6. Ventilație prin diferența de densitate dintre aerul interior și cel exterior

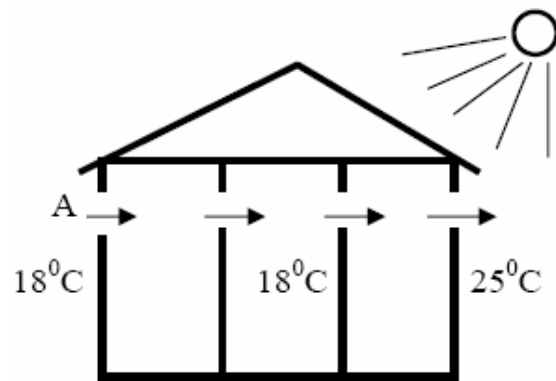


Figura 9.7. Ventilație prin diferența de densitate dintre aerul interior și cel exterior

9.4.2. Dispozitive de ventilare naturală

Dispozitivele de ventilare naturală a clădirilor sunt diferențiate după tipul clădirilor (civile sau similare lor, respectiv industriale), fiind concepute pentru:

- introducerea și evacuarea ușoară a aerului;
- reglarea debitului de aer introdus (în special în perioada rece a anului);
- dirijarea aerului proaspăt introdus spre anumite zone ale unei încănti în vederea încălzirii lui în timpul iernii;
- mărirea debitului de aer evacuat;
- realizarea unui schimb minim de aer.

Unele dintre aceste dispozitive au fost concepute de așa manieră încât să poată fi combinate funcțional cu ventilatoare axiale sau centrifugale (cel mai adesea în instalațiile de ventilare se utilizează ventilatoare axiale) care să intre în funcțiune în perioadele de timp în care diferența de temperatură între aerul interior și cel exterior este mică, sau, atunci când, degajările de noxe, din anumite motive neprevăzute, depășesc valorile pentru care aceste dispozitive au fost dimensionate.

Cele mai utilizate dispozitive de ventilare naturală sunt ferestrele mobile, coșurile de ventilare, deflectoarele și luminatoarele, cu observația că, în cazul clădirilor civile și similare lor, cel mai adesea se folosesc primele două tipuri, celelalte două fiind utilizate în general în cazul clădirilor industriale.

9.4.2.1. Festre mobile (ochiuri mobile)

Ventilarea prin ferestre mobile rezultă ca urmare a deschiderii acestora. Dacă aerul interior este mai cald decât cel exterior, atunci aerul exterior, la viteze mici ale vântului, pătrunde în încăntă pe la partea inferioară a ferestrei, iar aerul interior iese din încăntă pe la partea superioară a ferestrei. În timpul sezonului rece, prevenirea apariției curenților reci de aer nu este posibilă, de aceea recomandându-se deschiderea ferestrelor pentru scurt timp, la anumite intervale. În sezonul cald, intensitatea ventilării depinde de viteza vântului și de diferențele de temperatură ce apar ca urmare a însoririi diferite a diversilor pereți, o ventilare mai eficientă (de o intensitate mai mare) înregistrându-se în cazul în care ferestrele sunt amplasate pe pereți opuși.

9.4.2.2. Coșuri de ventilare

Coșurile de ventilare, reglementate în SR 6724 sub denumirea de canale ventilare naturală a incintelor, se prevăd atât în cazul clădirilor civile, cât și în cazul clădirilor social – culturale, pentru evacuarea aerului din încăperile interioare fără ferestre (băi, camere, WC – uri, debarale, bucătării cu ferestre exterioare amplasate spre curți interioare) sau din anexe.

Debitul de aer evacuat prin intermediul unor astfel de dispozitive de ventilare este cu atât mai mare cu cât presiunea termică (tirajul), stabilit pe baza relației 9.4, are o valoare mai mare.

$$\Delta p = g \cdot h \cdot (\rho_e - \rho_i) = g \cdot h \cdot \Delta \rho \quad [\text{Pa}] \quad (9.4)$$

în care: h – înălțimea coșului de ventilare, [m].

Diferența de temperatură dintre aerul interior și cel exterior este variabilă, în principal, datorită modificării, în decursul anului, a temperaturii aerului exterior. În timp ce temperatura aerului interior, θ_i , suferă modificări de ordinul a (4...10)°C, temperatura aerului exterior, θ_e , cunoaște variații de la (-21...+38)°C, existând și situații în care cele două temperaturi sunt egale ($\theta_e = \theta_i$, adică $\Delta p = 0$), caz în care pentru a se asigura funcționarea coșurilor de ventilare, se impun unele măsuri, cum ar fi:

- instalarea la partea superioară a coșului de ventilare a unui deflector;
- prevederea unui ventilator pe coșul de ventilare care să fie pus în funcțiune în perioadele cu tiraj scăzut;
- montarea la baza coșului de ventilare a unui corp de încălzire.

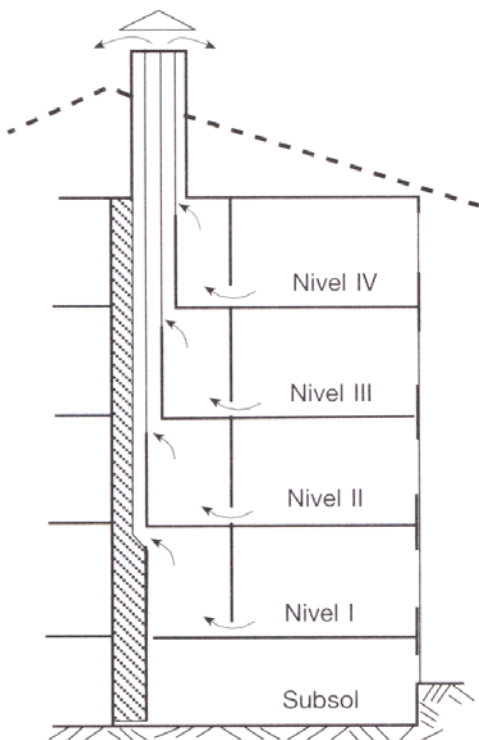


Figura 9.8. Coșuri de ventilare individuale pentru clădiri cu maxim 4 nivele

de comunicare între două încăperi alăturate sau situate la nivele succesive. Aria canalului colector se stabilește în funcție de înălțimea activă medie, H_m , [m] (relația 9.5), și de numărul canalelor secundare racordate.

$$H_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n h_n \quad [\text{m}] \quad (9.5)$$

unde: n – numărul de deversoare (canale secundare), [bucăți];

Standardul Românesc SR 6724 prezintă condițiile tehnice referitoare la proiectarea și execuția coșurilor de ventilare naturală atât a celor individuale cât și a celor cu canal colector și canale deversoare (secundare). Astfel, pentru clădiri cu maximum 4 nivele se recomandă utilizarea sistemului de ventilare naturală cu canale individuale, la care absorbția aerului viciat din încăperea se realizează prin intermediul unei grile de ventilație cu secțiunea brută de 200 cm² (minimum 100 cm² secțiune liberă) amplasată pe canalul de ventilare cât mai aproape de nivelul plafonului (figura 9.8).

Pentru clădirile cu mai multe nivele (>4) normele tehnice prevăd (recomandă) utilizarea unui sistem de ventilare naturală cu canal colector pentru toată clădirea și canale deversoare (secundare) – figura 9.9 a și b. Utilizarea unui astfel de sistem de ventilare este eficient deoarece locul ocupat este relativ mic și același, indiferent de etaj, la canalul colector putându-se racorda unilateral sau bilateral (mai rar), mai multe canale secundare. Distanța dintre grilele de absorbție a aerului trebuie să fie de cel puțin 2,20 m pentru a se înlătura riscul

h_n – distanța dintre axa grilei de absorbție a deversorului n și partea superioară a coșului de ventilație, [m], (figura 9.9 a și b).

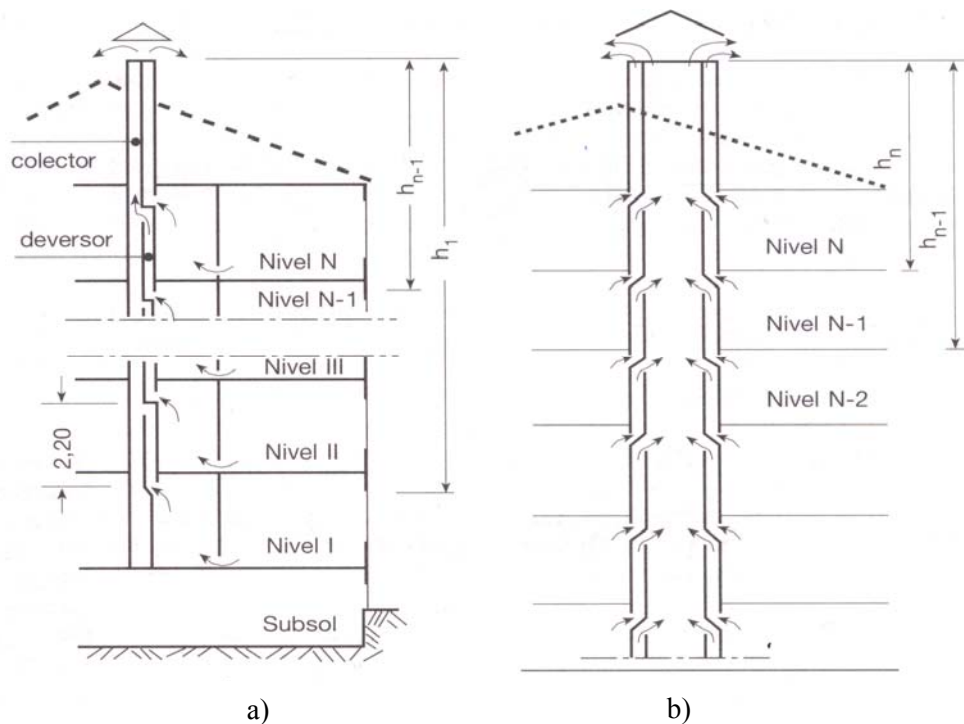


Figura 9.9. Coșuri de ventilație pentru clădiri cu mai mult de 4 nivele: a) cu deversor pe o parte; b) cu deversor pe două laturi opuse

Pe baza valorilor înălțimii medii, H_m , se stabilește numărul maxim de canale secundare ce pot fi racordate la colectoare, în funcție și de aria secțiunii canalului colector (tabelul 9.2), valori ce corespund cazului curent al blocurilor de locuințe cu înălțimea etajelor de 2,75 m, când temperatura exterioară $\theta_e \leq 10^\circ\text{C}$, iar debitul evacuat din fiecare încăpere este $\leq 20\text{m}^3/\text{h}$.

Tabelul 9.2. Numărul de canale secundare care pot fi racordate la canale colectoare având o anumită arie a secțiunii, în funcție de înălțimea activă medie H_m , pentru blocuri de locuințe

Înălțimea activă medie H_m , [m]	Aria secțiunii canalului colector [cm ²]			
	400	500	600	700
	numărul maxim de canale secundare			
5...7	7			
8...9	8	10		
10	9	10		
11	9	11		
12	10	11		
13	10	12	14	
14	10	12	15	
15	10	13	15	17
16	11	13	15	17
17	11	13	16	18
18	11	13	16	19
19	12	14	16	19
20...22	12	14	17	20
23...26	12	14	18	21
27...31	12	14	19	22
32	12	15	19	23

* nu sunt cuprinse și canalele secundare ale ultimului nivel, deoarece acesta nu se racordează la canalul colector ci se execută alăturat acestuia

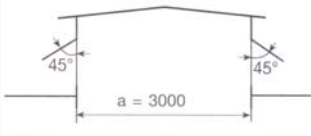
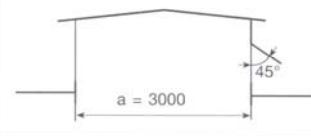
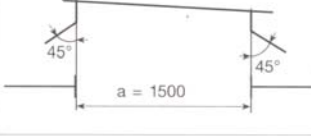
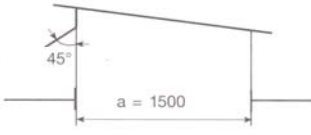
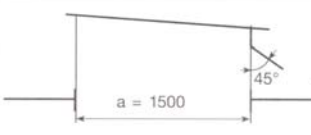
Atât canalele colectoare cât și cele secundare se execută din elemente prefabricate specificate în normele tehnice aflate în vigoare (oțel moale galvanizat căptușite cu plăci din fibră de sticlă sau cu pătură tip k – flex).

9.4.2.3. Luminatoare

Luminatoarele sunt dispozitive pătrate sau dreptunghiulare, montate pe acoperiș, care asigură, pe de o parte, iluminarea naturală a halelor industriale (în special a celor cu mai multe deschideri) și, pe de altă parte, ventilarea naturală organizată a acestora. La ora actuală, gama de luminatoare utilizate la ventilarea construcțiilor tip hale industriale, cuprinde (tabelul 9.3 și figura 9.10):

- luminatoare simple, cu debite de aer vehiculate influențate de schimbarea direcției vântului (figura 9.10.a);
- luminatoare-deflectoare, a căror funcționare nu este influențată de vânt (figura 9.10.b).

Tabelul 9.3. Caracteristici și dimensiuni pentru luminatoare tipizate utilizate la ventilarea clădirilor industriale (hale industriale)

Nr. luminatorului	Indicativ al tipului de luminator	Tipul luminatorului	Coefficientul de rezistență locală, ξ
1	LDI - a 3 x 6		1,90
2	LDI - b 3 x 6		4,10
3	LDI - a 1,5 x 6		3,20
4	LDI - b 1,5 x 6		1,60
5	LDI - c 1,5 x 6		2,80

Observație: Coeficientul de rezistență locală corespunde deschiderii (a) de ieșire din luminator.

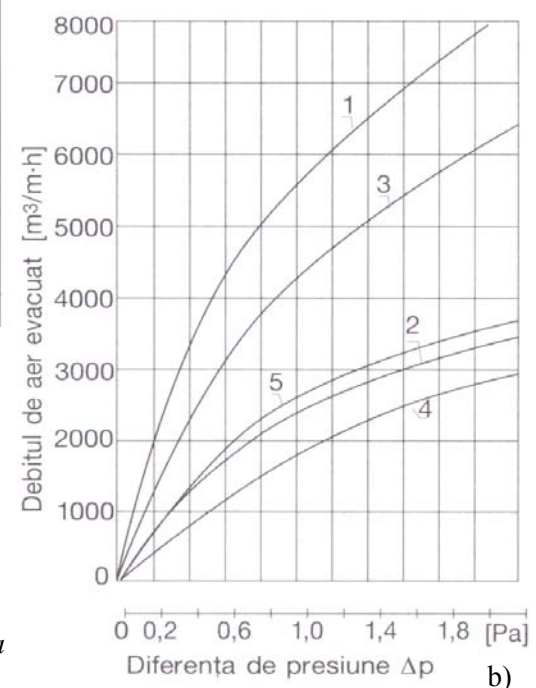
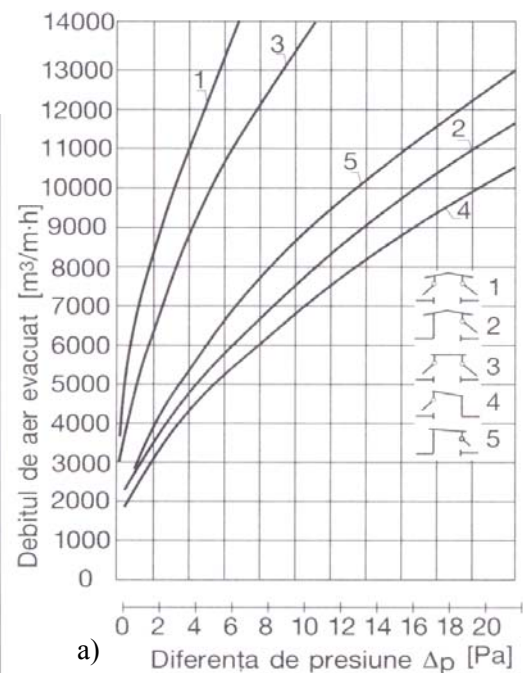
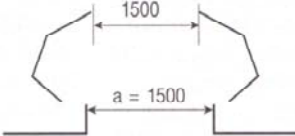
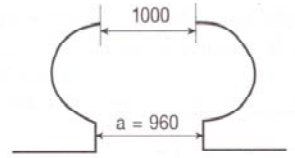
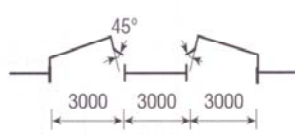
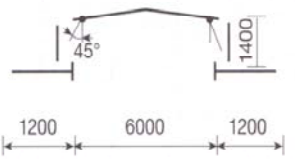


Figura 9.10. Debite de aer evacuate de luminatoare: a) la diferență mare de presiune; b) la diferență de presiune mică

9.4.2.4. Deflectoare, luminator - deflector

Deflectoarele tradiționale sunt confecționate din metal și sunt montate pe coama acoperișurilor sau de o parte și de alta a acestora, dar, din cauza consumurilor specifice ridicate de material [kg/m^3 aer evacuat], au fost înlocuite cu altele de dimensiuni mai mari, asemănătoare luminatoarelor, care uneori realizează și funcția de iluminare naturală (tabelul 9.4 și figurile 9.11 și 9.12)

Tabelul 9.4. Caracteristici și dimensiuni pentru luminatoare – deflectoare tipizate, utilizate la ventilația clădirilor industriale (hale industriale)

Nr. deflectorului	Indicativ al tipului de luminator	Tipul deflectorului	Coefficientul de rezistență locală, ξ
1	$\frac{D_{mi}}{1,5 \times 3}$		10,90
2	$\frac{D_{ml}}{0,96 \times 1,96}$		19,80
3	DT 03		-
4	DP 6i		-

Observație: Coeficientul de rezistență locală corespunde deschiderii (a) de ieșire din deflector.

Determinarea aproximativă a debitului de aer evacuat prin dispozitive amplasate în plafonul halelor industriale se poate face prin determinarea vitezei de evacuare v_2 , [m/s], cu ajutorul relației lui Hansen (relația 9.6) sau a relației grafice 9.7, reprezentate în figura 9.13.

$$v_2 = \sqrt{\frac{g \cdot h \cdot \frac{\Delta T}{T_1}}{\xi_2 + \xi_1 \cdot \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \quad [\text{m/s}] \quad (9.6)$$

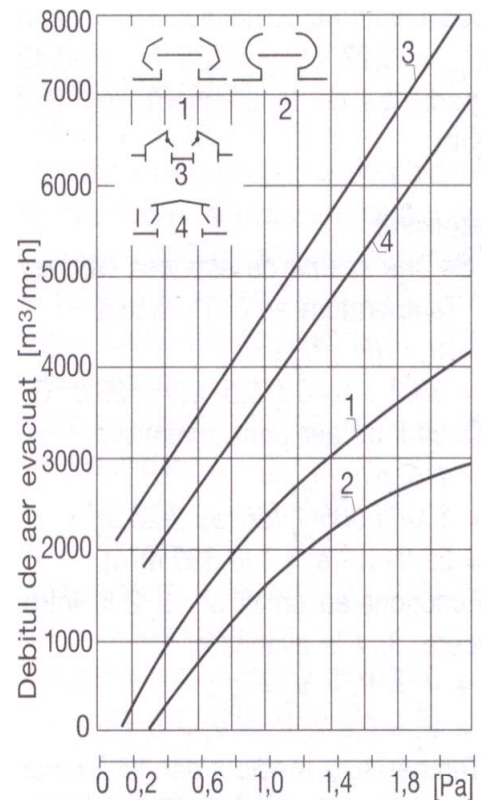


Figura 9.11. Variația debitului de aer evacuate prin laminator deflector la diferență de presiune de până la 2 Pa

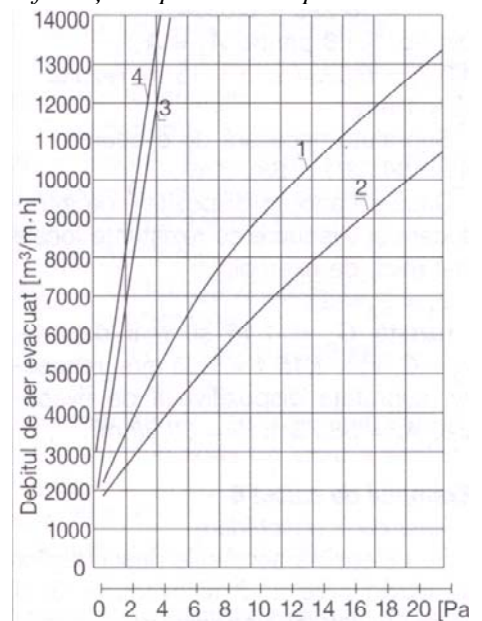


Figura 9.12. Variația debitului de aer evacuate prin laminator deflector la diferență de presiune de până la 10 Pa

$$v_2 = \sqrt{\frac{g \cdot h \cdot \Delta T}{T_1}} \cdot \sqrt{\frac{\xi_1 + \xi_2}{\xi_1 + \xi_2 \cdot (A_2 / A_1)^2}} = v_2^* \cdot C_0 \quad [\text{m/s}] \quad (9.7)$$

unde: $g=9,81 \text{ m/s}^2$ – accelerația gravitațională;

$\Delta T = \theta_{ev} - \theta_i$ [K], respectiv $T_1 = 273 + \theta_i$ [K] cu θ_{ev} – temperatura aerului evacuat, [°C], respectiv, θ_i – temperatura aerului introdus, [°C];

h – distanța dintre axele orificiilor de introducere și evacuare, [m];

ξ_1, ξ_2 – coeficienții de rezistență locală ai orificiilor de introducere, respectiv de evacuare;

A_1, A_2 – suprafețele orificiilor de introducere, respectiv evacuare, [m²], determinate cu relațiile:

- pentru orificii identice de intrare și evacuare:

$$A_1 = A_2 = \frac{\dot{M}}{\mu \cdot \sqrt{2} \cdot \rho_e \cdot (p_{v1} - p_x)} \quad [\text{m}^2] \quad (9.8)$$

- pentru orificii diferite de intrare și evacuare:

$$A_1 = \frac{\dot{M}_{intr}}{\mu_1 \cdot \sqrt{2} \cdot \rho_e \cdot (p_{v1} - p_x)} \quad [\text{m}^2] \quad (9.9)$$

$$A_2 = \frac{\dot{M}_{evac}}{\mu_2 \cdot \sqrt{2} \cdot \rho_i \cdot \{p_x - [p_{v2} - g \cdot h \cdot (\rho_e - \rho_i)]\}} \quad [\text{m}^2] \quad (9.10)$$

unde: \dot{M} - debitul masic de aer care circulă prin orificiu, [kg/s];

μ - coeficient de debit;

ρ_e, ρ_i – densitatea aerului exterior, respectiv, interior, [kg/m³];

p_{v1}, p_{v2} – presiunile vântului exercitate pe suprafețele aceluiași orificii, [Pa], determinate funcție de viteza vântului, v , [m/s], respectiv de coeficienții aerodinamici (+0,60 – pentru fața văzută de vânt, respectiv -0,30 pentru fața opusă celei văzute de vânt):

$$p_{v1} = k_{01} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho_e}{2} \quad [\text{Pa}]$$

$$p_{v2} = k_{02} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho_e}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (9.11)$$

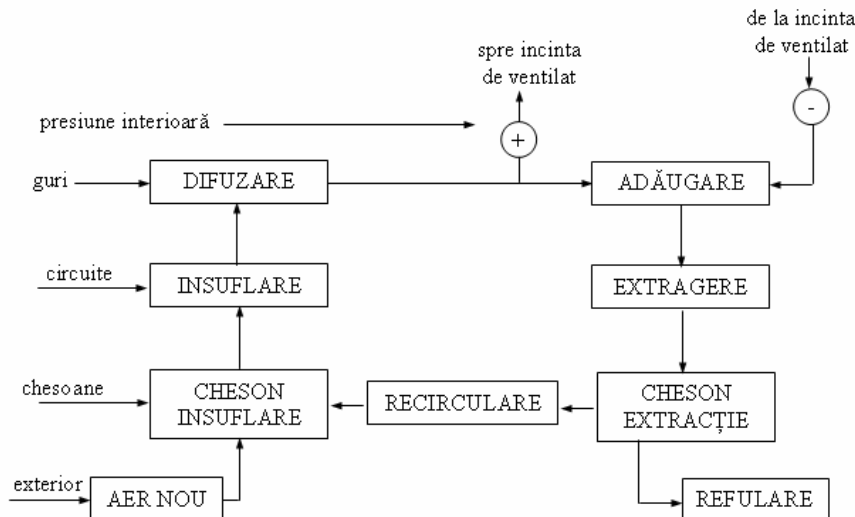


Figura 9.1. Organigrama unui sistem de ventilație

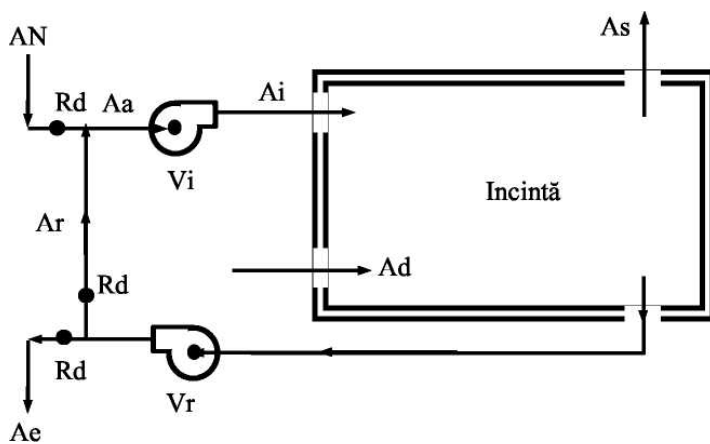


Figura 9.2. Schema de principiu a circuitelor unei instalații de ventilație: Vi - ventilator de insuflare; Vr - ventilator de refulare; Rd - regulator de debit; Ae - aer total evacuat din încăpere; Ar - aer recirculat; AN - aer nou introdus în încăpere; Ai - aer insuflat; Aa - amestec de aer proaspăt și aer recirculat; As - aer de suprapresiune; Ad - aer de depresiune

Tabelul 9.1. Clasificarea instalațiilor de ventilație

Nr. crt.	Funcția/natura instalației	Categoria
1	-	Ventilația naturală
2	I	Ventilație mecanică
	R	
	U	
	D	
3	IR	Reîmprospătare sau climatizare parțială a aerului
	IU	
	ID	
	RU	
	RD	
	UD	
4	IRU	Climatizare sau condiționare parțială a aerului
	IRD	
	IUD	
	RUD	
5	IRUD	Condiționarea totală a aerului

LEGENDĂ

- fără funcție;
- I - încălzire;
- R - răcire;
- U - umidificare;
- D - deumidificare;

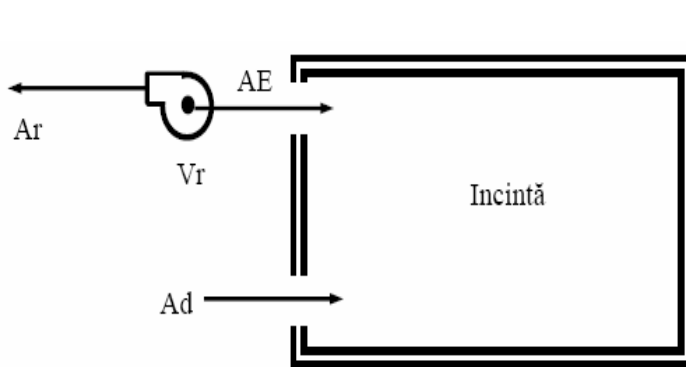


Figura 9.3. Ventilație simplu flux cu depresiune în incintă

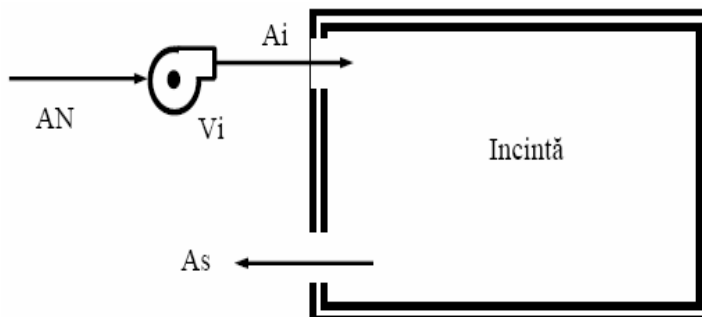
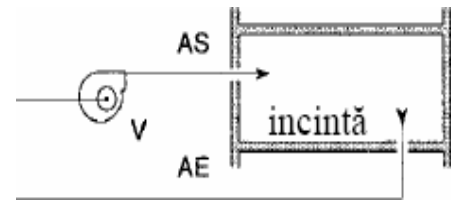
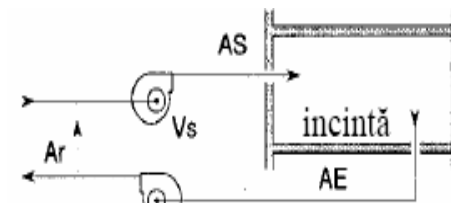


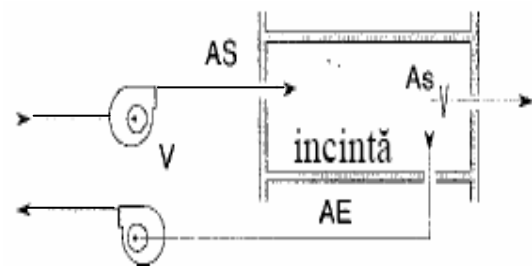
Figura 9.4. Ventilație simplu flux cu suprapresiune în incintă



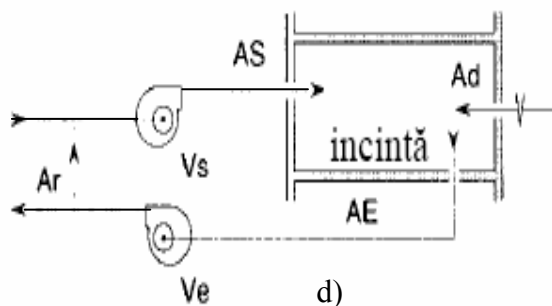
a)



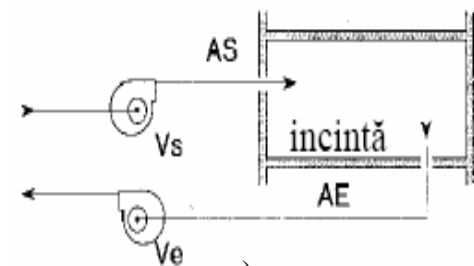
b)



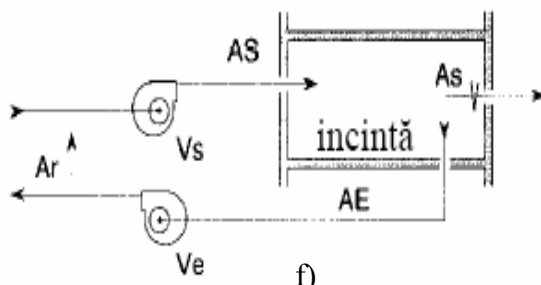
c)



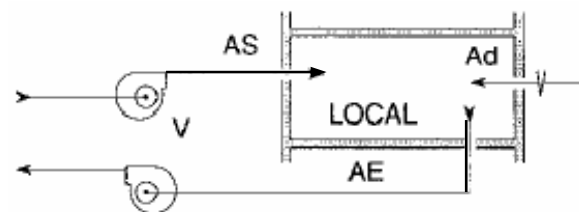
d)



e)



f)



g)

Figura 9.5. Ventilație dublu flux: a) circuit închis; b) circuit deschis; c) circuit cu suprapresiune; d) circuit cu depresiune; e) circuit cu recirculare; f) circuit cu recirculare și suprapresiune; g) circuit deschis cu depresiune

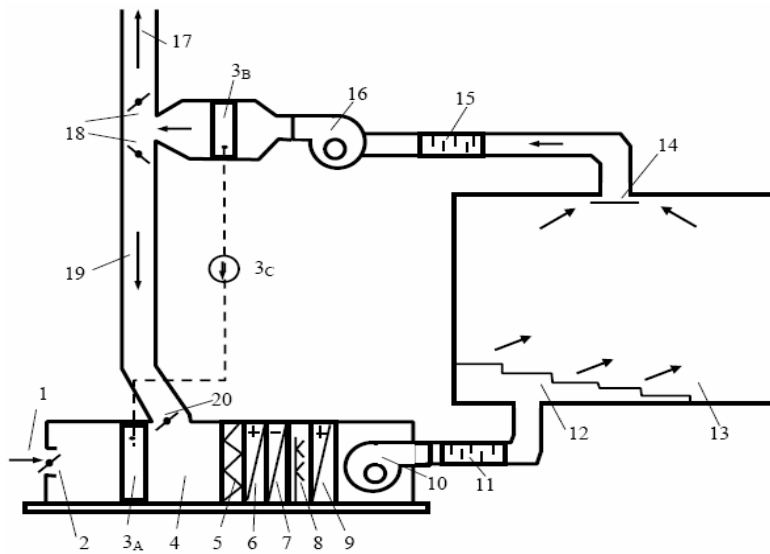


Figura 9.6. Schema de principiu și elementele componente ale unei instalații de ventilație și tratare a aerului: 1 - intrare aer exterior; 2, 18, 20 - clapete de reglaj; 3A, 3B - schimbătoare de căldură; 3c - pompă; 4 - cameră de amestec; 5 - filtru; 6, 9 - baterii calde; 7 - baterie rece; 8 - umidificator (cameră de pulverizare); 10, 16 - ventilaatoare; 11, 15 - amortizoare de zgomot; 12 - distribuitor de aer; 13 - încălț; 14 - extragere aer din încălț; 17 - evacuare aer; 19 - aer recirculat

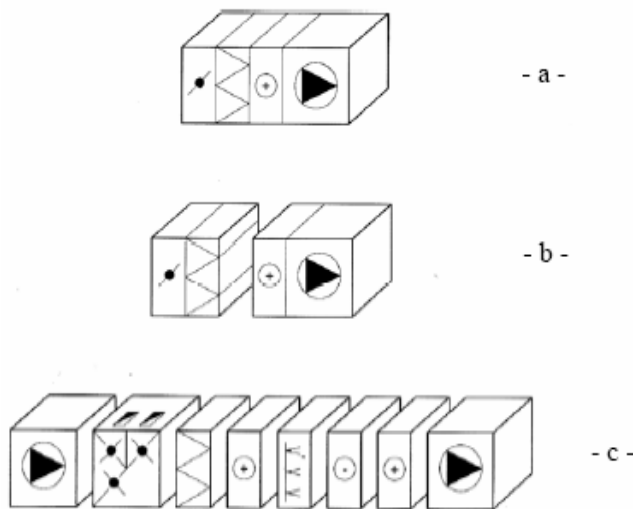


Figura 9.7. Schema de principiu simplificată: a) reprezentarea monobloc; b) reprezentarea cu mai multe ansambluri conectate între ele; c) reprezentarea sub formă de module elementare

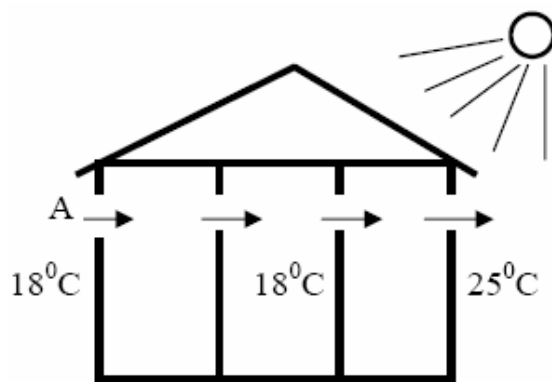


Figura 9.9. Ventilație prin diferența de densitate dintre aerul interior și cel exterior

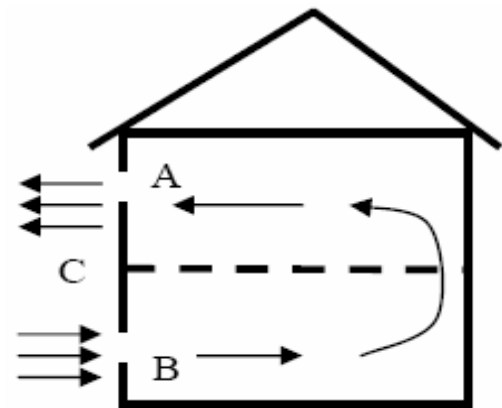


Figura 9.8. Ventilație prin diferența de densitate dintre aerul interior și cel exterior

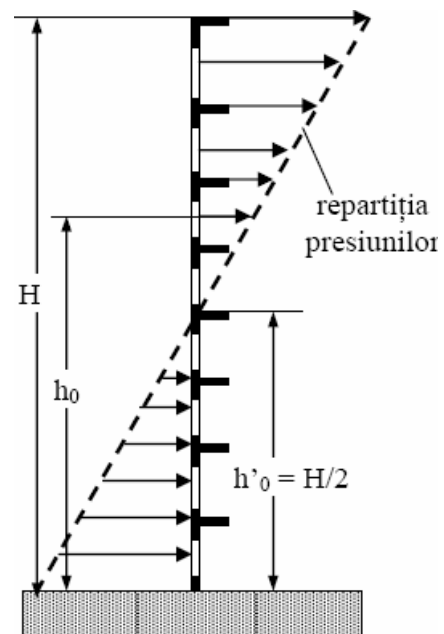


Figura 9.10. Efectul termic al tirajului

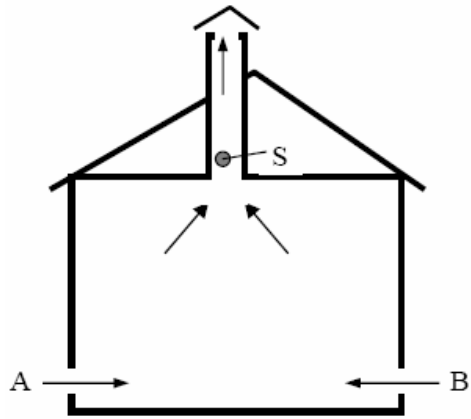


Figura 9.11. Ventilație prin coș încălzit (S - sursa caldă)

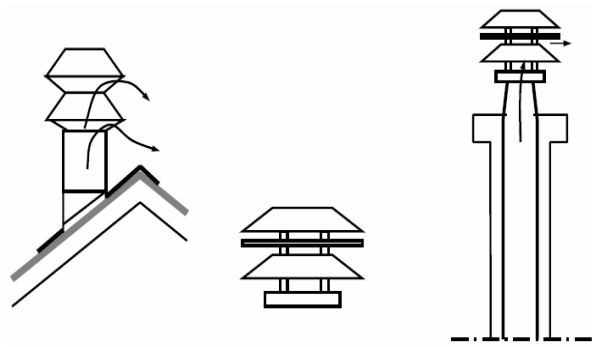


Figura 9.12. Tipuri de aspiratoare statice