

2. PRINCIPIILE CONDITIONARII AERULUI

2.1. Aerul umed

Proprietățile termodinamice ale aerului umed se pot determina cu ajutorul diagramei entalpie-umiditate (i - x , sau h - x). Toate mărimile și proprietățile termodinamice, ca și diagrama acestuia, au fost descrise detaliat în capitolul "Aerul umed", al cursului de termotehnică.

În continuare este prezentată o metodă mai modernă pentru determinarea parametrilor de stare ai aerului umed, utilizând programul CoolPack. Acesta permite utilizarea a două module pentru determinarea proprietăților aerului umed.

Prima variantă este utilizarea diagramei aerului umed în forma din imagine.

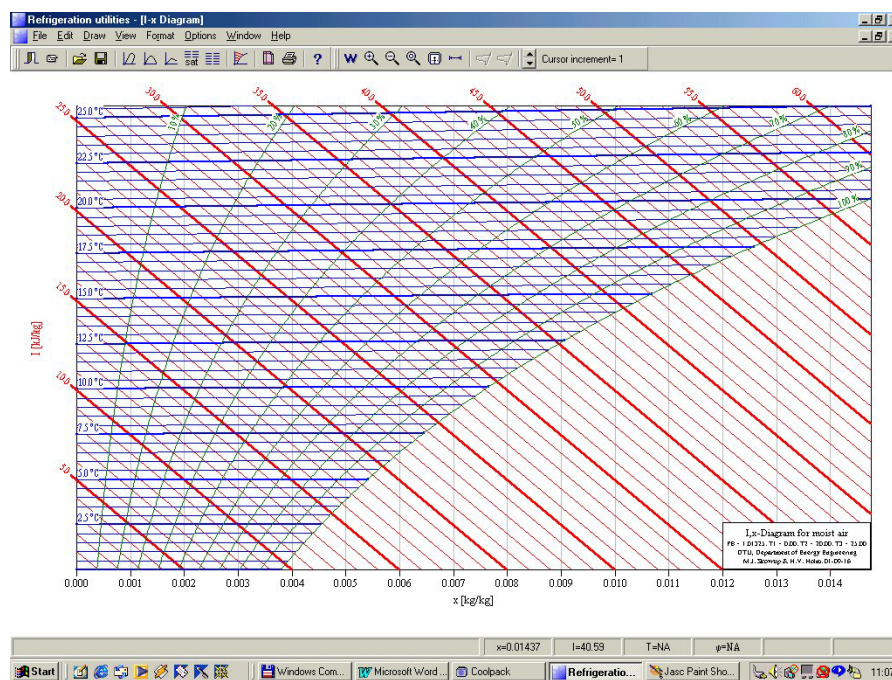
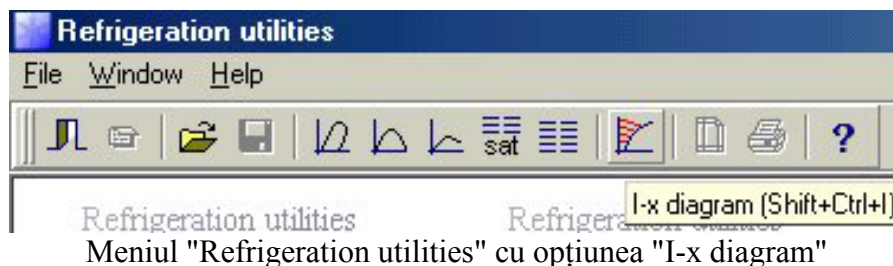


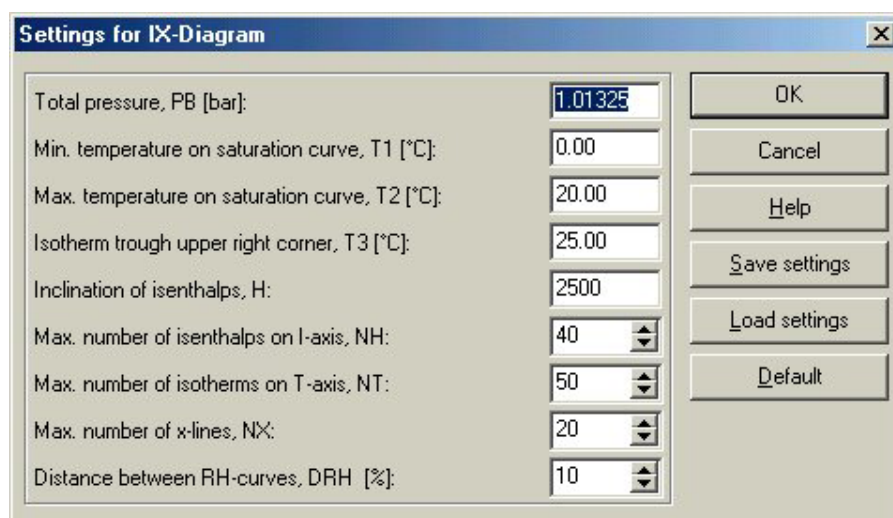
Diagrama i - x a aerului umed disponibilă în programul CoolPack

O diferență fundamentală a modului de utilizare a acestei diagrame, care poate fi considerată "inteligentă", față de diagramele clasice, este faptul că la deplasarea cursorului în câmpul diagramei, valorile parametrilor stării indicate de cursor sunt în mod automat afișate în mod dinamic, în partea inferioară a diagramei.

Pentru activarea diagramei, din meniul principal al programului se activează opțiunea "Refrigeration utilities - programe pentru calcule privind agenții frigorifici" și apoi se alege opțiunea "I-x diagram - diagrama i-x".



Înainte de activarea propriu-zisă a diagramei, se pot alege parametrii de configurare, prezentați în imagine.



Parametrii diagramei I-x

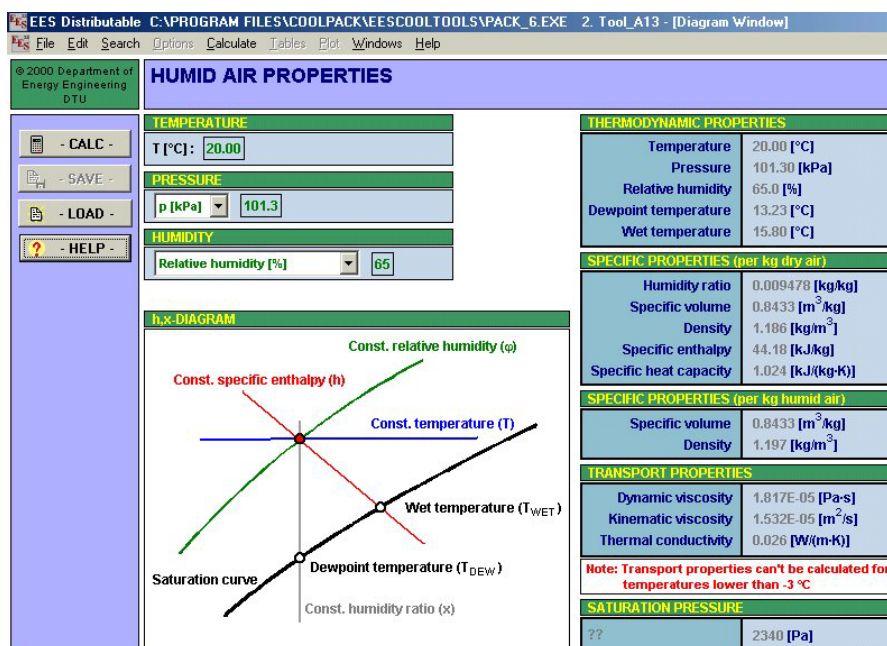
Semnificația parametrilor este următoarea:

- Total pressure, PB [bar] - presiunea totală a aerului umed;
- Min. temperature on saturation curve, T1 [°C] - temperatura minimă ce intersectează curba de saturație;
- Max. temperature on saturation curve, T2 [°C] - temperatura maximă ce intersectează curba de saturație;
- Isotherm trough upper right corner, T3 [°C] - izoterma care trece prin colțul din dreapta sus al diagramei (cea mai mare temperatură reprezentată pe diagramă);
- Inclination of isenthalps H - înclinarea izentalpelor;
- Max. number of isenthalps on I axis, NH - numărul maxim de izentalpe reprezentate pe diagramă;
- Max. number of isotherms on T axis, NT - numărul maxim de izoterme reprezentate pe diagramă;
- Max. number of x lines, NX - numărul maxim al liniilor de umiditate constantă reprezentate pe diagramă;
- Distance between RH-curves, DRH [%] - pasul cu care sunt reprezentate curbele de umiditate relativă constantă.

Dintre acești parametri care permit configurarea după dorința utilizatorului a câmpului reprezentat al diagramei, o importanță deosebită o reprezintă faptul că se poate introduce

valoarea presiunii aerului umed, ceea ce înseamnă că este posibilă determinarea cu ajutorul acestei diagrame, a parametrilor aerului umed comprimat, ceea ce este imposibil prin utilizarea diagramelor clasice, trasate de regulă numai pentru presiunea de 1 bar.

A doua posibilitate de determinare a parametrilor aerului umed, este utilizarea opțiunii "Properties for moist air - proprietățile aerului umed" din modulul "CoolTools: Auxiliary - Instrumente pentru tehnica frigului: Auxiliar", descris anterior. La selectarea acestei opțiuni se lansează în execuție un program având interfața cuprinsă în fereastra "HUMID AIR PROPERTIES - PROPRIETĂȚILE AERULUI UMED", prezentată în imagine.



Fereastra "HUMID AIR PROPERTIES "

Această interfață este realizată prin mai multe ferestre care sunt prezentate în continuare.

Fereastra "h,x-DIAGRAM - diagrama h-x", prezintă alura curbelor care descriu parametrii aerului umed:

- Saturation curve - curba de saturație;
- Const. Temperature (T) - curbele de temperatură constantă (izoterme);
- Const. Specific enthalpy (h) - curbele de entalpie specifică constantă (izentalpe);
- Const. Relative humidity (ϕ) - curbele de umiditate relativă constantă;
- Const. Humidity ratio (x) - curbele de umiditate absolută constantă.

În aceeași fereastră este indicat și modul în care se determină valorile pentru:

- Wet temperature (T_{WET}) - temperatura termometrului umed;
- Dewpoint temperature (T_{DEW}) - temperatura punctului de rouă.

Datele de intrare, pe baza cărora se pot determina parametrii aerului umed se pot introduce în ferestrele:

- TEMPERATURE - temperatura exprimată în [°C];
- PRESSURE - presiunea exprimată la alegere în [kPa] sau în [bar];
- HUMIDITY - umiditatea exprimată la alegere prin:
 - Relative humidity [%] - umiditatea relativă;
 - Dew point temperature [°C] - temperatura punctului de rouă;
 - Wet temperature [°C] - temperatura termometrului umed;
 - Humidity ratio [kg/kg] - umiditatea absolută.

Valorile parametrilor termodinamici ai aerului umed sunt calculate automat în funcție de valorile mărimilor de intrare și sunt prezentate în ferestrele din partea dreaptă a interfeței:

- THERMODYNAMIC PROPERTIES - proprietăți termodinamice:
 - Temperature - temperatura [$^{\circ}\text{C}$];
 - Pressure - presiunea [kPa];
 - Relative humidity - umiditatea relativă [%];
 - Dewpoint temperature - temperatura punctului de rouă [$^{\circ}\text{C}$];
 - Wet temperature - temperatura termometrului umed [$^{\circ}\text{C}$];
- SPECIFIC PROPERTIES (per kg dry air) - proprietăți specifice (raportate la kilogramul de aer uscat);
 - Humidity ratio - umiditatea relativă [kg/kg];
 - Specific volume - volumul specific [m^3/kg];
 - Density - densitatea [kg/m^3];
 - Specific enthalpy - entalpia specifică [kJ/kg];
 - Specific heat capacity - căldura specifică [kJ/kgK];
- SPECIFIC PROPERTIES (per kg humid air); - proprietăți specifice (raportate la kilogramul de aer umed);
 - Specific volume - volumul specific [m^3/kg];
 - Density - densitatea [kg/m^3];
- TRANSPORT PROPERTIES - proprietăți de transport;
 - Dinamic viscosity - viscozitatea dinamică [Pa.s];
 - Kinematic viscosity - viscozitatea cinematică [m^2/s];
 - Thermal conductivity - conductivitatea termică [W/mK].

Sub această fereastră, este afișat un mesaj care are semnificația că valorile pentru proprietățile de transport nu pot fi calculate pentru temperaturi sub -3°C . Oricum, faptul că aceste valori sunt calculate de program, reprezintă un mare câștig, deoarece din diagramele uzuale, nu se pot determina valorile proprietăților de transport, în nici un domeniu de temperaturi.

- SATURATION PRESSURE - presiunea de saturație p_{SAT} [kPa].

Având în vedere flexibilitatea acestui modul al programului CoolPack, utilizarea lui este recomandată în orice situații atunci când trebuie efectuate calcule ale parametrilor aerului umed.

2.2. Condiționarea aerului pe timp de iarnă

Tratarea complexă a aerului se realizează în agregate sau centrale de condiționare, realizate din schimbătoare de căldură și de masă precum și aparate auxiliare.

Pentru a fi adus la parametrii cu care să poată fi introdus în spațiul de condiționat, aerul suferă o succesiune de transformări elementare.

Modul de tratare a aerului se alege în funcție de condiții particulare (parametrii aerului din interior și exterior, regimul de lucru al încăperii climatizate, sursa de frig disponibilă, costuri, posibilități de reglare și automatizare).

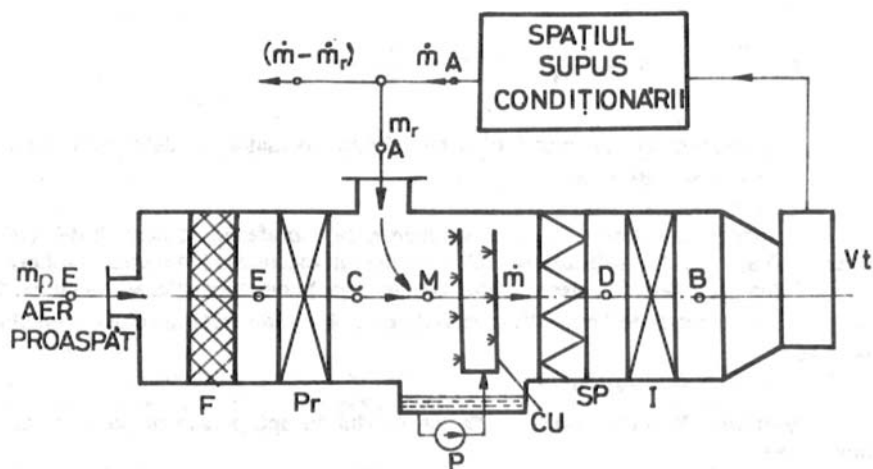
Dimensionarea aparatelor componente ale agregatului sau centralei, se realizează considerându-se atât regimul de funcționare pe timp de vară cât și cel pe timp de iarnă. Unele aparate se utilizează în ambele regimuri, iar altele numai în unul din cele două regimuri.

În funcție de sursele de substanțe nocive, din spațiul condiționat se poate alege unul din următoarele sisteme de recirculare a aerului:

- Fără recirculare (înlocuirea completă a aerului viciat cu aer proaspăt);
- Recirculare parțială (înlocuirea parțială a aerului viciat cu aer proaspăt);

- Recirculare totală (fără introducere de aer proaspăt).

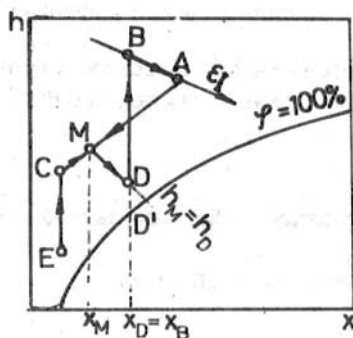
În figură este prezentată una din numeroasele soluții posibile pentru condiționarea pe timp de iarnă, cu recirculare parțială.



Schema aparatului de condiționare a aerului pe timp de iarnă, cu recirculare parțială.

F - filtru, Pr - preîncălzitor; CU - cameră de umidificare; P - pompă;
SP - separator de picături; I - încălzitor; Vt - ventilator

Procesele de lucru pot să fie reprezentate în diagrama h-x a aerului umed.



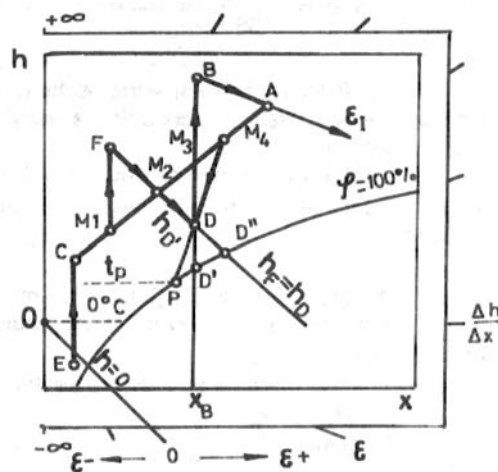
Reprezentarea în diagrama h-x a proceselor de condiționare a aerului pe timp de iarnă

- Aerul proaspăt, cu starea E și debitul \dot{m}_p este trecut prin filtrul F;
- Înainte de amestecarea cu aerul recirculat având starea A, aerul proaspăt (foarte rece pe timp de iarnă) este încălzit în preîncălzitorul Pr și astfel se evită ca starea de amestec să rezulte în zona de ceață (sub curba $\varphi=100\%$);
- Preîncălzirea EC se realizează la $x_E=\text{constant}$, până la o temperatură $t_C=2\dots 5^\circ\text{C}$;
- Din spațiul de condiționat, este preluat debitul \dot{m}_r de aer recirculat, având starea A;
- Aerul proaspăt preîncălzit C, se amestecă împreună cu aerul recirculat A, iar starea M de amestec, va rezulta pe dreapta de amestec CA, între A și C;
- Se definește raportul de recirculare "n", ca fiind raportul dintre debitul masic de aer recirculat \dot{m}_r și debitul masic de aer proaspăt \dot{m}_p : $n=\dot{m}_r/\dot{m}_p$;

- Entalpia și conținutul de umiditate ale stării de amestec M, se pot determina cu relațiile:

$$h_M = \frac{h_C + nh_A}{n+1} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] ; \quad x_M = \frac{x_C + nx_A}{n+1} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right]$$

- Aerul tratat care se introduce în spațiul de condiționat, având starea B, trebuie să poată prelua fluxul de căldură \dot{Q}_1 [kW] și fluxul de umiditate \dot{W}_1 [kg/s] care se degajă în spațiul respectiv;
- Direcția procesului pe care îl suferă aerul în camera de condiționat, este determinată pe diagramă de valoarea raportului de termoumidificare $\varepsilon_1 = \dot{Q}_1/\dot{W}_1$;
- În consecință, starea B a aerului tratat, la intrarea în spațiul condiționat, se va găsi pe dreapta care trece prin A și are înclinarea dată de ε_1 ;
- Pentru fixarea precisă a stării B, se poate impune de exemplu diferența de temperatură față de starea A a aerului la ieșirea din spațiul condiționat;
- Odată determinată starea B, mai trebuie doar stabilită succesiunea de transformări elementare care pot să aducă aerul din starea M în starea B;
- O semnificație importantă are și punctul D', aflat la intersecția dintre verticala care trece prin B ($x=x_B=x_{D'}$) și curba de saturație ($\varphi=100\%$);
- Dacă parametrii stării M sunt astfel încât $x_M < x_B$ și $h_M > h_{D'}$, atunci din starea M în starea B se poate ajunge așa cum s-a reprezentat în diagrama h-x, printr-o umidificare adiabatică MD, la $h_M=h_{D'}$ =constant, care se încheie atunci când se atinge umiditatea absolută a stării B ($x_{D'}=x_B$), în camera de umidificare CU, urmată de încălzirea finală DB, la $x_{D'}=x_B$ =constant, până la atingerea stării dorite B;
- În cazul în care stările M și D, respectiv D' sunt în alte situații față de cea prezentată, pot apare diverse variante, pentru procesele din agregatul de condiționare, ca în figură, care pot determina chiar și o altă construcție a agregatului.



Influența raportului de recirculare asupra procesului de tratare a aerului pe timp de iarnă

2.3. Elemente de calcul a unui agregat de condiționarea aerului pe timp de iarnă

Debitul masic de aer, introdus de ventilator în spațiul condiționat \dot{m} , se poate determina cunoscând mărimile \dot{Q}_I respectiv \dot{W}_I :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_I}{h_A - h_B} \quad \text{sau} \quad \dot{m} = \frac{\dot{W}_I}{x_A - x_B}$$

Debitele de aer proaspăt și recirculat se determină cunoscând, sau impunând valoarea raportului de recirculare n :

$$\dot{m}_p = \frac{\dot{m}}{n+1} \quad ; \quad \dot{m}_r = \frac{n}{n+1} \dot{m}$$

Sarcinile termice ale preîncălzitorului Pr și încălzitorului final I , se determină cu relațiile:

$$\dot{Q}_{Pr} = \dot{m}_p (h_C - h_E) \quad ; \quad \dot{Q}_I = \dot{m} (h_B - h_D)$$

Cantitatea de apă evaporată în camera de umidificare și preluată de aerul tratat \dot{W}_{CU} , se determină cu relația:

$$\dot{W}_{CU} = \dot{m} (x_D - x_M) \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] \text{ sau } \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

\dot{W}_{CU} reprezintă aproximativ 1...2% din debitul de apă pulverizat în camera de umidificare \dot{m}_{ap} , deci:

$$\dot{m}_{ap} = \frac{\dot{W}_{CU}}{0,01 \dots 0,02} \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] \text{ sau } \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

Pentru dimensionarea camerei de umidificare, se consideră o viteză a aerului $w_a = 2 \dots 3 \text{ m/s}$.

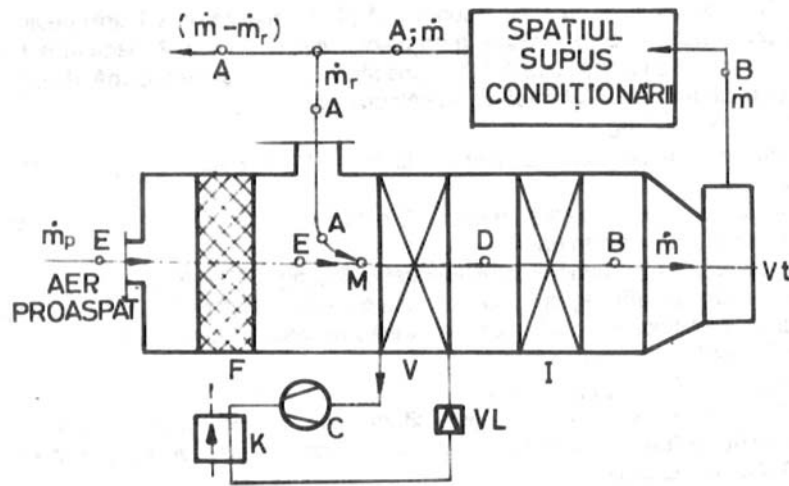
Secțiunea transversală S , a camerei de umidificare se determină cu relația:

$$S = B \cdot H = \frac{\dot{m}}{3600 \cdot \rho_M \cdot w_a} \left[\text{m}^2 \right], \text{ unde } H/B = 1 \dots 2,$$

H și B reprezintă înălțimea, respectiv lățimea camerei de umidificare. Lungimea acestei camere se determina din condiția ca aerul să rămână în contact cu apa pulverizată, cel puțin o secundă.

2.4. Condiționarea aerului pe timp de vară

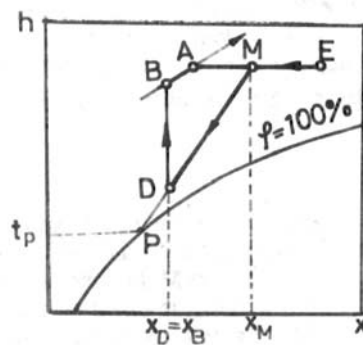
În figură este reprezentat un agregat pentru condiționarea aerului pe timp de vară, cu recirculare parțială.



Schema aparatului de condiționare a aerului pe timp de vară, cu recirculare parțială.

F - filtru, V - vaporizator, C - compresor, K - condensator, VL - ventil de laminare, I - încălzitor, Vt - ventilator

Procesele de lucru pot fi reprezentate în diagrama h-x, ca în figură.



Reprezentarea în diagrama h-x a procesului de condiționare a aerului pe timp de vară

- A reprezintă starea aerului recirculat provenit din spațiul condiționat, iar E este starea aerului exterior;
- Aerul tratat în aparatul de condiționare, care se introduce în încălzi, având starea B, trebuie să preia degajările de căldură \dot{Q}_v [kW] și de umiditate \dot{W}_v [kg/s];
- Direcția procesului suferit de aer în încălzi este dată de raportul de termoumidificare $\varepsilon_v = \dot{Q}_v / \dot{W}_v$;
- Prin punctul A se trasează dreapta având raportul de termoumidificare ε_v , iar punctul B, se fixează pe această dreaptă, adoptându-se o anumită diferență de temperatură față de starea A;
- Aerul recirculat A, se amestecă cu aerul proaspăt E și rezultă starea de amestec M;

- De regulă $x_M > x_B$, deci aerul va trebui să fie uscat;
- Pe verticala din B, se fixează starea D, având $x_D = x_B$ și $\varphi_D = 90 \dots 95\%$;
- Se unește M cu D, iar apoi se prelungește acest segment până la intersecția cu $\varphi = 100\%$, rezultând starea P, având temperatura t_P ;
- Cîrculînd aerul cu starea M peste o suprafață rece avînd temperatura t_P , se va obține procesul de răcire și uscare MD;
- Temperatura suprafeței t_P se asigură cu o instalație frigorifică, a cărei temperatură de vaporizare va fi $t_0 < t_P$;
- Ultimul proces din aparatul de condiționare va fi încălzirea finală DB.

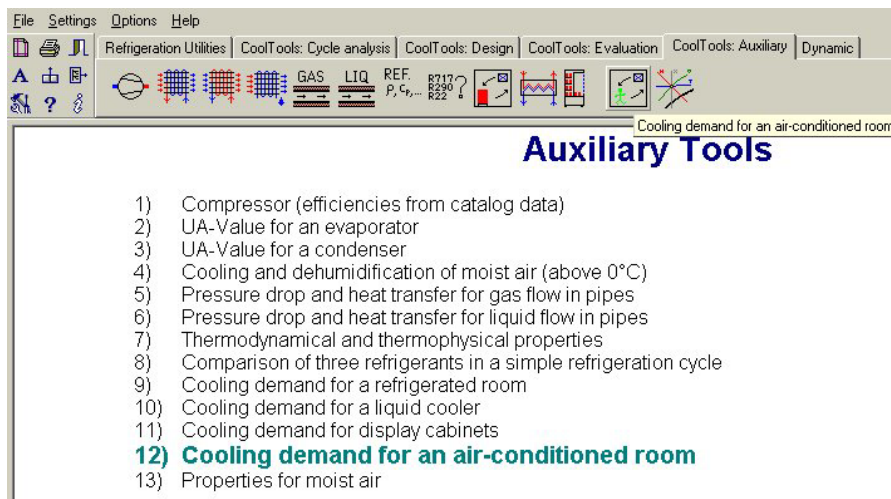
Calculul agregatului de condiționare a aerului pe timp de vară se efectuează asemănător cu cel a agregatului de condiționare a aerului pe timp de iarnă, cu observația că pe timp de vară nu este necesară umidificarea.

2.5. Calculul necesarului de frig pentru condiționarea aerului cu programul CoolPack

Pe timp de vară, două dintre cele mai importante funcții ale aparatelor de condiționare a aerului sunt reprezentate de răcirea și uscarea aerului.

Programul de calcul CoolPack, are implementat un modul pentru calculul necesarului de frig în vederea condiționării aerului pe timp de vară, într-un proces fără recirculare, care nu ține seama de umiditatea degajată în spațiul respectiv, considerat un spațiu locuibil (locuință sau birou, fără degajări sensibile de umiditate), deci nu un spațiu tehnologic (unde pot să apară procese de umidificare sau uscare).

Pentru lansarea în execuție a acestui program, se alege din meniul principal opțiunea "Auxiliary", care va determina afișarea unui nou meniu, ca în figură, după care se alege opțiunea 12 "Cooling demand for an air-conditioned room", adică "Necesarul de frig pentru cameră cu aer condiționat".



Meniul modulului "Auxiliary"

Interfața propriu-zisă a programului pentru calculul necesarului de frig al unei camere climatizate este prezentată în figură.

	k - value [W/(m ² ·K)]	T [°C]	A _{WIN} [m ²]	q _{WIN} [W/m ²]
WALL 1	0.25	30	0	50
WALL 2	0.25	30	1.5	60
WALL 3	0.25	20	2	50
WALL 4	0.25	20	0	0
FLOOR	0.25	10		
CEILING	0.25	30	0	80

Room parameters: T_{ROOM} [°C]: 22, RH_{ROOM} [%]: 50, Volume: 90 [m³], Length [m]: 5, Width [m]: 6, Height [m]: 3. Q_{TRANS}: 0.21 [kW].

Air Change (infiltration): T_{AIR,IN} [°C]: 28, RH_{AIR,IN} [%]: 65, Air Change Factor (ACF): 6, Q_{INFILT}: 0.13 [kW]. ACF: 6 [room vol. per 24 hour], Volume flow: 22.5 [m³/h].

Auxiliary Loads: No. of persons [-]: 2, Work type: Light, q: 39 [W/person] at T_{ROOM}: 22 [°C], Q_{AUX}: 3.03 [kW]. Fans [kW]: 0.350, Other heat developing equipment [kW]: 2.000, Lighting: 20 [W/m²].

Summary: Q_{TOT}: 3.37 [kW], SHR: 97 [%].

Interfața programului pentru calculul necesarului de frig al unei camere cu aer condiționat

Datele și rezultatele se introduc, respectiv se obțin în trei ferestre principale.

Fereastra "HEAT TRANSFER THROUGH BUILDING PARTS", adică "Pătrunderi de căldură prin elementele construcției", este reprezentată în imagine:

	k - value [W/(m ² ·K)]	T [°C]	A _{WIN} [m ²]	q _{WIN} [W/m ²]
WALL 1	0.25	30	0	50
WALL 2	0.25	30	1.5	60
WALL 3	0.25	20	2	50
WALL 4	0.25	20	0	0
FLOOR	0.25	10		
CEILING	0.25	30	0	80

Room parameters: T_{ROOM} [°C]: 22, RH_{ROOM} [%]: 50, Volume: 90 [m³], Length [m]: 5, Width [m]: 6, Height [m]: 3. Q_{TRANS}: 0.21 [kW].

Fereastra "HEAT TRANSFER THROUGH BUILDING PARTS"

În partea dreaptă, este schițată camera climatizată, iar datele de intrare care pot să fie introduse în această zonă a interfeței sunt:

- T_{ROOM} [°C] - temperatura aerului din cameră;
- RH_{ROOM} [%] - umiditatea relativă a aerului din cameră - RH provin de la (**R**elative **H**umidity);
- Length [m] - lungimea camerei (conform schiței);
- Width [m] - lățimea camerei (conform schiței);
- Heigh [m] - înălțimea camerei.

În această zonă, este afișată și valoarea calculată a necesarului de frig, datorat pătrunderilor de căldură prin elementele constructive ale camerei, Q_{TRANS} [kW]. Cu ajutorul dimensiunilor constructive ale camerei este calculat și afișat, în interiorul schiței camerei, volumul acesteia "Volume" exprimat în [m³].

În partea stângă se pot introduce restul datelor, cu ajutorul cărora se pot calcula pătrunderile de căldură.

Părțile constructive ale camerei sunt considerate:

- WALL 1...4 - Perelele 1...4 (conform schiței);
- FLOOR - podea;
- CIELING - tavan.

Pentru fiecare dintre aceste părți constructive se pot introduce următoarele elemente pe baza cărora să se calculeze pătrunderile de căldură:

- k value [W/(m²K)] - valoarea coeficientului global de transfer termic;
- T [°C] - valoarea temperaturii în zona respectivă, în afara camerei climatizate;
- A_{WIN} [m²] - suprafața ferestrelor pentru peretele respectiv;
- \dot{q}_{WIN} [W/m²] - densitatea de flux termic transmisă prin fereastra respectivă.

Fereastra "AIR CHANGE (Infiltration)" adică "Circulația aerului proaspăt (sau infiltrat)" este reprezentată în imagine:

AIR CHANGE (Infiltration)			
$T_{AIR,IN}$ [°C]:	30	$RH_{AIR,IN}$ [%]:	65
ACF: 6 [room vol. per 24 hour]	Volume flow	Air Change Factor (ACF)	6
		Volume flow [m ³ /h]	
			\dot{Q}_{INFILT} : 0.17 [kW]

Fereastra "AIR CHANGE (Infiltration)"

Datele de intrare pentru această componentă a necesarului de frig, datorată introducerii de aer proaspăt în camera cu aer condiționat, sunt următoarele:

- $T_{AIR,IN}$ [°C] - temperatura aerului la intrarea în cameră;
- $RH_{AIR,IN}$ [%] - umiditatea relativă a aerului la intrarea în cameră;
- Air Change Factor (ACF) - numărul de recirculări în 24h, adică raportul dintre volumul total de aer proaspăt introdus în incintă în 24h și volumul camerei;
- Volume flow [m³/h] - debitul volumic de aer introdus în cameră, mărime care poate fi introdusă, dacă se dorește, în locul numărului de recirculări.

Programul calculează și afișează debitul volumic, respectiv numărul de recirculări, în funcție de cealaltă mărime introdusă și \dot{Q}_{INFILT} [kW], pătrunderea de căldură datorată introducerii aerului în incintă.

Fereastra "AUXILIARY LOADS" adică "Sarcini termice auxiliare", este prezentată în imaginea alăturată:

AUXILIARY LOADS			
No. of persons [-]:	2	Work type: Light	\dot{q} : 39 [W/person] at T_{ROOM} : 22 [°C]
Fans [kW]:	0.350	Other heat developing equipment [kW]:	2.000
Lighting:	20 [W/m ²]		
			\dot{Q}_{AUX} : 3.03 [kW]

Fereastra "AUXILIARY LOADS"

Această zonă a interfeței programului permite calcularea necesarului de frig datorat unor sarcini termice auxiliare și anume:

- No. of persons [-] - numărul de persoane care își desfășoară activitatea în interior;
- Work type - tipul de muncă desfășurat în interior, care poate să fie unul dintre următoarele trei:
 - Light - muncă ușoară;
 - Medium - muncă medie;
 - Heavy - muncă grea;
- Fans [kW] - puterea ventilatoarelor "Fans" din incintă, care se va regăsi în cameră sub formă de căldură degajată;

- Other heat developing equipment [kW] - alte echipamente care generează căldură;
- Lighting [W sau W/m²] - căldura produsă prin iluminarea "Lighting" camerei.

Programul determină fluxul de căldură degajată de o persoană din cameră \dot{q} , exprimat în [W/person] adică "[W/persoană]", la temperatura interioară din cameră și bineînțeles, necesarul de frig datorat sarcinilor termice auxiliare prezentate, \dot{Q}_{AUX} [kW].

Necesarul de frig global, sau total, pentru condiționarea aerului într-o incintă \dot{Q}_{TOT} [kW], este afișat într-o fereastră separată așa cum se observă în figură:



Fereastră rezultatelor globale

În aceeași fereastră, mai este afișată valoarea mărimii SHR [%] "Sensibel Heat Ratio" adică "Raportul dintre căldura sensibilă și căldura totală extrasă". Introducerea acestei mărimi este importantă atunci când în vaporizator se produce uscarea aerului umed, fenomen care introduce o sarcină termică suplimentară. Situația de referință este cea în care vaporizatorul extrage numai *căldură sensibilă* necesară pentru scăderea temperaturii aerului, cu menținerea constantă a umidității absolute. Atunci când suprafața vaporizatorului are temperatura mai mică decât temperatura punctului de rouă, pe aceasta se depune o parte din umiditatea conținută de aer, sub formă de condens, realizându-se implicit uscarea aerului. În acest caz se extrage în plus *căldură latentă* de condensare a cantității de apă depuse. *Căldura totală* extrasă se compune în acest caz din două componente: căldura sensibilă și căldura latentă. SHR se definește matematic prin raportul dintre căldura sensibilă și căldura totală extrasă. În consecință SHR oferă o informație utilă privind creșterea necesarului de frig datorat uscării aerului. O valoare de 100% pentru SHR indică faptul că vaporizatorul răcește aerul, fără ca pe acesta să se depună umiditate. În acest caz temperatura suprafeței vaporizatorului este mai mare decât temperatura punctului de rouă. O valoare de 80% pentru SHR, indică faptul că 80% din sarcina totală a vaporizatorului reprezintă căldura sensibilă necesară scăderii temperaturii aerului, iar 20% din sarcina totală a vaporizatorului reprezintă căldura latentă extrasă prin condensarea umidității depuse pe suprafața vaporizatorului. În acest caz temperatura suprafeței vaporizatorului este mai mică decât temperatura punctului de rouă.