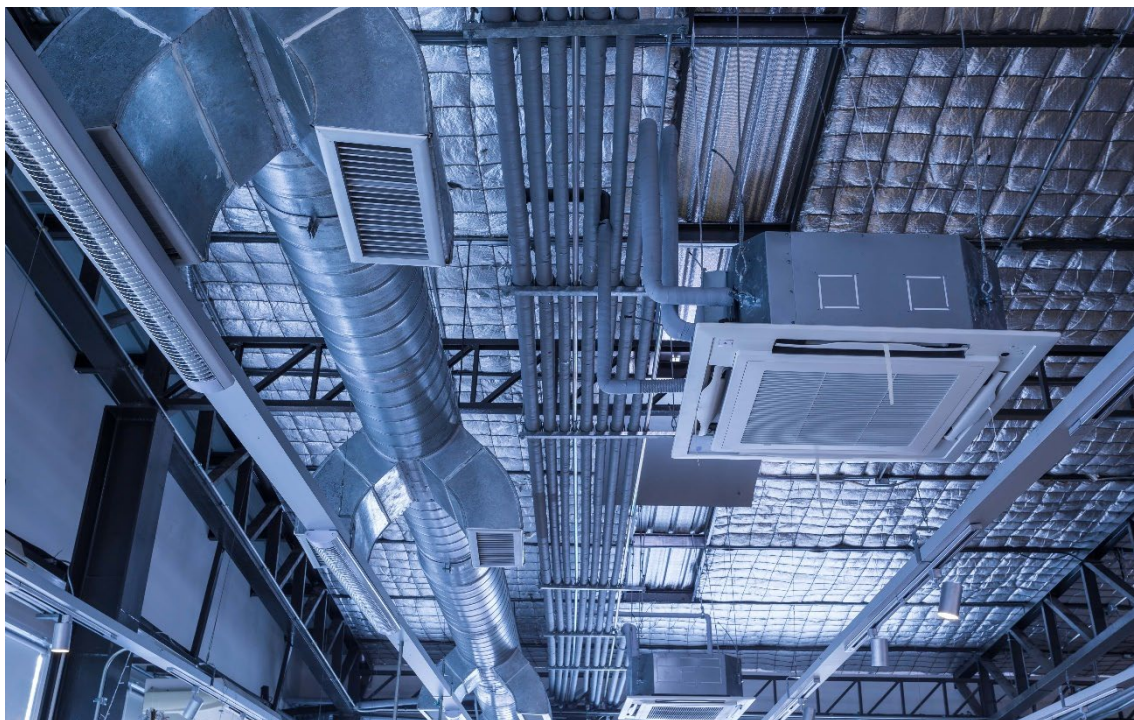


Proiect Erasmus+ ID: 2023-1-ES01-KA220-HED-000156652

Acest proiect Erasmus+ a fost finanțat cu sprijinul Comisiei Europene. Această publicație reflectă numai opiniile autorilor, iar Comisia Europeană și agențiile naționale Erasmus+ nu pot fi considerate responsabile pentru utilizarea informațiilor conținute în aceasta

Proiectul BIM4Energy

Sisteme HVAC eficiente și vectori energetici



Conținut

Sisteme HVAC eficiente și vectori energetici	1
1 - Obiective	3
2 - Metodologia de învățare	3
3 - Durata tutorialului	4
4 - Resursele didactice necesare	4
5 - Conținut și tutorial	4
5.1 - Necesitatea sistemelor HVAC.....	4
5.2 - Vectori de energie utilizați în sistemele HVAC	8
5.3 - Bazele sistemelor HVAC: componente, funcții și interacțiune	11
5.4 - Calcularea și interpretarea parametrilor de eficiență energetică	22
5.5 - Tipuri actuale de sisteme HVAC	23
5.6 - Tehnologii inovatoare pentru sistemele HVAC	27
5.7 - Întreținerea și optimizarea sistemelor HVAC	31
Referințe.....	33
6 - Livrabile	34
7- Ce am învățat	34

1 - Obiective

Un tutorial privind sistemele HVAC eficiente și vectorii de energie urmărește să ofere participanților o înțelegere cuprinzătoare a sistemelor de încălzire, ventilație și aer condiționat (HVAC) eficiente din punct de vedere energetic și a diversilor vectori de energie care le pot alimenta. Obiectivele principale ale unui astfel de tutorial includ de obicei:

Obiectivele acestui tutorial Sisteme HVAC eficiente și vectori energetici sunt următoarele:

- Cunoașterea diferitelor surse de energie, cum ar fi electricitatea, gazele naturale, propanul, energia solară, energia geotermală și biomasa, precum și adecvarea acestora pentru aplicațiile HVAC.
- Învățarea fundamentelor sistemelor HVAC: înțelegerea componentelor, principiilor și funcționării diferitelor sisteme HVAC.
- Înțelegerea indicatorilor cheie de performanță (KPI) pentru măsurarea eficienței sistemelor HVAC, cum ar fi raportul de eficiență energetică sezonieră (SEER), factorul de performanță sezonieră pentru încălzire (HSPF) și raportul de eficiență energetică (EER).
- Să știe cum să aleagă cel mai potrivit sistem HVAC pentru diferite tipuri de clădiri și climă, pe baza eficienței energetice și a rentabilității.
- Înțelegerea modului de integrare a surselor de energie regenerabilă (de exemplu, solară, geotermală) în sistemele HVAC pentru a maximiza eficiența energetică și durabilitatea.
- Cunoașterea sarcinilor de întreținere de rutină și a tehnicilor de depanare pentru a asigura performanța optimă și longevitatea sistemului.
- Înțelegerea strategiilor de reducere a consumului de energie, cum ar fi gestionarea cererii, descărcarea de sarcină și tarifarea în funcție de timpul de utilizare.

2 - Metodologia de învățare

Profesorul va da o explicație despre sistemele HVAC eficiente și vectorii energetici de aproximativ 30 de minute.

Studentii vor citi acest tutorial și vor urma pașii prezentați în tutorial, și anume:

- Necesitatea sistemelor HVAC;
- Vectorii de energie utilizați în sistemele HVAC: avantaje, dezavantaje și aplicații;
- Bazele sistemelor HVAC: componente, funcții și interacțiuni;

- Calcularea și interpretarea parametrilor de eficiență energetică: rata de eficiență energetică (EER), coeficientul de performanță (COP) și rata de eficiență energetică sezonieră (SEER);
- Tipuri actuale de sisteme HVAC;
- Tehnologii inovatoare pentru sistemele HVAC;
- Întreținerea și optimizarea sistemelor HVAC. Programe de întreținere preventivă, tehnici de depanare și strategii pentru îmbunătățirea performanței sistemului.

Pentru a evalua succesul aplicației, se sugerează un chestionar pentru studenți.

3 - Durata tutorialului

Implementarea descrisă în acest tutorial va fi realizată prin intermediul site-ului web al proiectului BIM4ENERGY www.bim4energy.eu prin autoînvățare.

3 ore de curs sunt potrivite pentru această formare.

4 - Resursele didactice necesare

Sală de calculatoare cu PC-uri cu acces la internet.

Software necesar: Microsoft Office.

5 - Conținut și tutorial

5.1 - Necesitatea sistemelor HVAC

5.1.1. Rolul sistemelor HVAC

Sistemele HVAC sunt esențiale pentru menținerea unui mediu interior confortabil și sănătos, cu o calitate acceptabilă a aerului interior (IAQ) - aer în care nu există contaminanți cunoscuți în concentrații dăunătoare, astfel cum au fost stabilite de autoritățile competente, și cu care o majoritate substanțială (80% sau mai mult) a persoanelor expuse nu își exprimă nemulțumirea.

Acestea oferă mai multe beneficii esențiale:

- **Controlul temperaturii:** Acestea reglează temperatura în funcție de preferințele ocupanților, asigurându-se că nu vă este nici prea frig, nici prea cald.
- **Îmbunătățirea calității aerului:** Sistemele HVAC filtrează poluanții, alergenii și praful, reducând riscul problemelor respiratorii și al alergiilor.

- **Controlul umidității:** Acestea ajută la menținerea unui nivel optim de umiditate, prevenind apariția mușcăiului și a mușcăiului și asigurând o atmosferă confortabilă.
- **Eficiență energetică:** Sistemele HVAC moderne sunt concepute pentru a fi eficiente din punct de vedere energetic, ajutându-vă să economisiți la facturile de utilități.
- **Confort și productivitate:** Un mediu interior confortabil vă poate îmbunătăți semnificativ starea de spirit, productivitatea și bunăstarea generală.

În esență, **sistemele HVAC creează un spațiu de locuit sau de lucru mai sănătos și mai plăcut**, contribuind la o mai bună calitate a vieții.

5.1.2. Contaminanți atmosferici

Calitatea aerului interior este o componentă esențială a unui mediu interior sănătos, deoarece ne petrecem o parte semnificativă din timp în interior. Se spune că vom petrece în interior aproximativ 90% din viața noastră.

Cum am ajuns aici? Ei bine, în primul rând, locurile noastre de muncă moderne sunt în cea mai mare parte interioare și legate de calculatoare. În al doilea rând, **ne-am ermetizat clădirile** pentru a economisi energie, dar am neglijat IAQ timp de mulți ani. Am înlocuit toate componentele naturale ale clădirilor noastre moderne cu cantități uriașe de **materiale sintetice**, despre care am descoperit ulterior că multe dintre ele "scurg" în aerul nostru o **mulțime de poluanți chimici**. Unii dintre aceștia sunt clasificați drept agenți cancerigeni pentru om de către IARC - Agenția Internațională pentru Cercetarea Cancerului.

Calitatea precară a aerului interior poate avea efecte negative asupra sănătății, productivității și bunăstării noastre generale. **Contaminanții atmosferici** sunt unul dintre cei mai importanți factori care contribuie la calitatea scăzută a aerului interior (a se vedea figura 1), iar acest tutorial își propune să vă ofere o înțelegere cuprinzătoare a tipurilor de contaminanți atmosferici, a surselor acestora și a efectelor lor asupra sănătății umane [1].



Figura 1. Contaminanți comuni ai aerului din mediul interior

Pe parcursul acestei activități de învățare, veți învăța despre diferitele tipuri de poluanți ai aerului interior, inclusiv compuși organici volatili (COV), particule și contaminanți biologici. Veți afla, de asemenea, despre sursele acestor contaminanți și

despre modul în care aceștia pot pătrunde în mediul nostru interior, despre strategiile de reducere a expunerii și de îmbunătățire a calității aerului interior [2].

La sfârșitul acestui tutorial, veți avea o înțelegere mai profundă a efectelor potențiale asupra sănătății ale expunerii la poluanții din aerul interior și strategii practice de îmbunătățire a calității mediului interior și de creare a unui mediu interior mai sănătos pentru dumneavoastră și pentru cei din jurul dumneavoastră.

Contaminanții atmosferici sunt substanțe care pot fi găsite în aer și care au potențialul de a dăuna sănătății umane sau mediului. În contextul IAQ, contaminanții aerului se referă la poluanții care sunt prezenți în interior, cum ar fi în locuințe, școli și locuri de muncă. Acești poluanți pot avea efecte nocive asupra sănătății umane, mai ales că oamenii tind să petreacă o cantitate semnificativă de timp în interior [3].

Există mai multe tipuri de contaminanți ai aerului, care pot fi clasificați în funcție de sursa și compoziția lor chimică:

1. **Compuși organici volatili (COV):** Acestea sunt substanțe chimice care pot fi emise de materialele de construcție, produsele de curățare și alte produse de consum. Printre COV comuni se numără formaldehida, benzenul și toluenul.
2. **Formaldehidă:** Acesta este un COV comun care se găsește în multe materiale de construcție, mobilier și produse de uz casnic și de înfrumusețare.
3. **Particule:** Se referă la particulele mici care pot fi găsite în aer, cum ar fi praful, polenul și sporii de mucegai.
4. **Particule provenite de la gătit:** Fumurile și particulele pot fi generate de activitățile de gătit care pot degrada calitatea aerului din interior.
5. **Monoxid de carbon:** Acesta este un gaz produs de sursele de ardere, cum ar fi sobele și încălzitoarele pe gaz, și poate fi mortal în concentrații mari.
6. **Dioxid de azot:** Acesta este un gaz care poate fi produs de sobele pe gaz și de alte surse de ardere și poate cauza probleme respiratorii.
7. **Radonul:** Acesta este un gaz radioactiv natural care se poate infiltra în clădiri din sol și poate provoca cancer pulmonar.
8. **Contaminanți biologici:** Aceștia includ mucegaiul, bacteriile, acarienii de praf și virușii, care pot cauza o serie de probleme de sănătate, în special pentru persoanele cu alergii sau astm.
9. **Azbestul:** Aceasta este o fibră minerală care a fost utilizată în mod obișnuit în materialele de construcție înainte ca pericolele sale pentru sănătate să fie recunoscute. Expunerea la azbest poate provoca cancer pulmonar și mezoteliom.
10. **Plumbul:** Acesta este un metal greu care poate fi găsit în unele materiale de construcție și poate cauza probleme de dezvoltare la copii și alte probleme de

sănătate la adulți.

11. **Ozonul:** Acesta este un gaz care poate fi produs de unele purificatoare de aer și poate cauza probleme respiratorii.
12. **Pesticide:** Acestea sunt substanțe chimice utilizate pentru a ucide dăunătorii, dar pot fi, de asemenea, dăunătoare pentru sănătatea umană.
13. **Fumul pasiv:** Acesta este fumul care este expirat de fumători sau emis de arderea produselor din tutun.
14. **Retardanți de flăcări:** Aceste substanțe chimice sunt adăugate la mobilier și electronice pentru a reduce riscul de incendiu, dar pot fi, de asemenea, dăunătoare pentru sănătatea umană.

Este important să rețineți că aceasta nu este o listă exhaustivă a tuturor poluanților posibili din aerul interior, dar aceștia sunt unii dintre cei mai comuni.

5.1.3. Strategii de îmbunătățire a calității aerului interior

Există mai multe strategii care pot fi utilizate pentru a îmbunătăți calitatea aerului interior. Aceste abordări, enumerate în ordinea creșterii eficacității, pot îmbunătăți semnificativ calitatea aerului din spațiul dumneavoastră.

1. **Curățarea regulată:** Curățarea regulată a mediului interior poate ajuta la îndepărtarea prafului, mucegaiului și a altor alergeni care pot contribui la calitatea scăzută a aerului interior. Aceasta include aspirarea covoarelor și a tapițeriei, ștergerea prafului de pe suprafețe și spălarea lenjeriei de pat și a perdelelor.
2. **Reducerea la minimum a utilizării produselor care emit poluanți:** Multe produse de uz casnic, cum ar fi agenții de curățare, vopselele și solvenții, pot emite poluanți în aer. Pentru a minimiza expunerea, este important să alegeți produse care au un conținut scăzut de COV sau care sunt etichetate ca fiind "verzi" sau "ecologice". De asemenea, este important să utilizați aceste produse în zone bine ventilate și să le eliminați în mod corespunzător. Alegerea unor produse sigure și ecologice poate contribui la minimizarea expunerii la poluanți.
3. **Adăugarea de plante:** Anumite tipuri de plante pot contribui la îmbunătățirea calității aerului interior prin absorbția poluanților și eliberarea de oxigen. Printre acestea se numără planta păianjen, crinul păcii și iedera engleză.
4. **Utilizarea purificatoarelor de aer:** Purificatoarele de aer pot ajuta la eliminarea poluanților din aer, cum ar fi praful, alergenii și compușii organici volatili (COV). Există diferite tipuri de purificatoare de aer disponibile, cum ar fi filtrele HEPA, filtrele cu carbon activ și ionizatoarele.
5. **Evitarea fumatului în interior:** Fumul de tutun este un poluant major al aerului interior și poate duce la probleme respiratorii, alergii și alte probleme de sănătate. Este important să evitați fumatul în interior și să îi încurajați pe ceilalți să facă

același lucru.

6. **Creșterea ventilației:** Una dintre cele mai eficiente modalități de îmbunătățire a calității aerului interior este creșterea cantității de aer exterior care intră în clădire. Acest lucru se poate face prin deschiderea ferestrelor și a ușilor, prin utilizarea ventilatoarelor de evacuare și prin asigurarea funcționării corespunzătoare a sistemului de ventilație.

Cea mai importantă dintre toate, care are cel mai mare impact, este creșterea ventilației. Reducerea materialelor emițătoare, curățarea regulată și plantele au un impact redus asupra IAQ. Purificatoarele de aer sunt bune doar dacă sunt dimensionate corespunzător, dar rețineți că purificatoarele de aer recirculă aerul din interior și au efect doar asupra unor poluanți specifici, cum ar fi praful, alergenii, COV-urile, deci nu vor fi utile pentru majoritatea contaminanților prezentați.

5.2- Vectori de energie utilizați în sistemele HVAC

5.2.1. Tipuri de vectori de energie

Vectorii de energie sunt mediile prin care energia este transferată într-un sistem HVAC [4]. Acești vectori pot fi clasificați în două categorii principale:

1. Vectori de energie termică:

- **Aerul:** Cel mai comun mediu pentru încălzire și răcire. Aerul este încălzit sau răcit și apoi circulă prin spațiu.
- **Apă:** Folosită în sistemele hidronice, apa este încălzită sau răcită și apoi circulă prin conducte pentru a încălzi sau răci spațiile.
- **Aburul:** Un alt mediu hidronic, aburul este utilizat în principal pentru aplicații de încălzire.
- **Agent frigorific:** Folosit în ciclurile de refrigerare pentru a extrage căldura dintr-un spațiu și a o transfera la un nivel de temperatură mai ridicat.

2. Vectori de energie electrică:

- **Electricitate:** Acționează ventilatoarele, pompele, compresoarele și alte componente ale sistemelor HVAC.

Considerații suplimentare:

- **Căldură și energie combinate (CHP):** Unele sisteme HVAC pot utiliza cogenerarea, unde aceeași sursă de combustibil este utilizată pentru a genera atât energie electrică, cât și căldură, îmbunătățind eficiența energetică generală.

- **Surse de energie regenerabilă:** Energia solară, eoliană și geotermală poate fi, de asemenea, utilizată pentru alimentarea sau completarea sistemelor HVAC, reducând dependența de sursele tradiționale de energie.

5.2.2. Avantaje și dezavantaje ale diferiților vectori de energie în sistemele HVAC

Aerul este un vector energetic versatil și disponibil pe scară largă pentru sistemele HVAC. Capacitatea sa de a încălzi și răci spații îl face o alegere flexibilă pentru diverse aplicații. În plus, aerul este relativ ieftin și ușor de instalat, ceea ce îl face o opțiune rentabilă pentru multe proiecte HVAC. Conductivitatea sa termică bună asigură un transfer eficient de căldură, ceea ce duce la performanțe eficiente de încălzire și răcire.

Sistemele HVAC pe bază de aer, deși versatile, au mai multe dezavantaje. Ineficiența cauzată de factori precum scurgerile și infiltrațiile de aer poate reduce eficiența energetică. Zgomotul generat de ventilatoarele de mare viteză poate fi deranjant. Calitatea aerului poate fi compromisă dacă alergenii și poluanții nu sunt filtrați corespunzător. În plus, gama limitată de temperaturi poate face ca sistemele pe bază de aer să fie mai puțin potrivite pentru aplicațiile care necesită temperaturi extreme.

Deși aerul oferă mai multe avantaje ca vector energetic în sistemele HVAC, este important să se ia în considerare potențialele sale dezavantaje și să se pună în balanță cu nevoile și cerințele specifice ale aplicației.

Sistemele HVAC **pe bază de apă** oferă mai multe beneficii. Eficiența lor permite transferul de cantități mari de căldură cu pierderi minime de energie. În general, acestea sunt mai silențioase decât sistemele pe bază de aer, reducând poluarea fonică. Apa poate fi utilizată atât pentru încălzire și răcire, cât și pentru apă caldă menajeră sau încălzire prin radiație. În plus, sistemele pe bază de apă oferă un control precis al temperaturii, asigurând niveluri optime de confort.

Deși sistemele HVAC pe bază de apă oferă multe avantaje, acestea au și unele dezavantaje. Costurile inițiale pentru conducte și echipamente pot fi mai mari comparativ cu sistemele pe bază de aer. Întreținerea poate fi mai complexă din cauza rețelei extinse de conducte și a pompelor. În climatele reci, problemele legate de îngheț trebuie abordate prin antigel sau măsuri de protecție împotriva înghețului. În cele din urmă, sistemele pe bază de apă pot fi mai puțin flexibile pentru modernizarea clădirilor existente, necesitând modificări semnificative ale structurii.

Sistemele HVAC **pe bază de abur** oferă mai multe avantaje. Capacitatea lor termică ridicată permite furnizarea rapidă de căldură, ceea ce le face ideale pentru clădirile comerciale sau industriale mari. Aburul poate fi utilizat și pentru alte procese industriale, sporindu-i versatilitatea. În plus, sistemele cu abur sunt potrivite pentru încălzirea eficientă a spațiilor mari.

Sistemele HVAC pe bază de aburi, deși sunt eficiente pentru încălzire, au mai multe dezavantaje. Problemele de siguranță apar din cauza temperaturilor și presiunilor ridicate implicate, care necesită o manipulare atentă. Costurile inițiale pentru cazane și

conducte pot fi substanțiale. Întreținerea este complexă, necesitând cunoștințe și echipamente specializate. În cele din urmă, sistemele cu abur nu sunt potrivite pentru aplicații de răcire, limitând versatilitatea acestora.

Sistemele HVAC **pe bază de agent frigorific** oferă mai multe beneficii. Răcirea lor eficientă le face ideale pentru aplicațiile de răcire. Refrigeranții pot atinge, de asemenea, temperaturi foarte scăzute, ceea ce îi face potriviți pentru diverse procese industriale. În plus, sistemele pe bază de refrigeranți sunt, în general, mai silențioase decât sistemele pe bază de aer, reducând poluarea fonică.

Sistemele HVAC pe bază de refrigeranți, deși eficiente pentru răcire, prezintă mai multe dezavantaje. Preocupările legate de mediu apar din cauza impactului multor agenți frigorifici asupra mediului, ceea ce conduce la adoptarea de reglementări. Întreținerea necesită cunoștințe și echipamente specializate pentru manipularea în siguranță a refrigeranților. Costurile inițiale pot fi ridicate din cauza echipamentelor specializate și a cerințelor de instalare. În cele din urmă, sistemele pe bază de refrigeranți sunt utilizate în principal pentru răcire, având capacități limitate de încălzire.

Sistemele HVAC **bazate pe electricitate** oferă mai multe avantaje. Flexibilitatea lor permite alimentarea unei varietăți de componente, ceea ce le face adaptabile la diferite configurații de sistem. Atunci când este combinată cu alte tehnologii de economisire a energiei, electricitatea poate fi foarte eficientă. În plus, sistemele bazate pe electricitate oferă un control precis asupra operațiunilor HVAC, asigurând o performanță și un confort optime.

Sistemele HVAC bazate pe electricitate, deși oferă multe avantaje, au și unele dezavantaje. Costurile pot fi semnificative, în special în regiunile cu tarife ridicate la electricitate. Fiabilitatea poate fi afectată de întreruperile sau fluctuațiile de curent. În plus, generarea de energie electrică din combustibili fosili poate contribui la problemele de mediu, cum ar fi emisiile de gaze cu efect de seră.

Cel mai bun vector energetic pentru un anumit sistem HVAC depinde de diverși factori, inclusiv dimensiunea clădirii, locația, clima și nivelul de confort dorit.

5.2.3. Aplicații ale diferiților vectori de energie în sistemele HVAC

După cum s-a discutat anterior, mulți vectori de energie sunt adaptabili la o gamă largă de aplicații [5]. Aceste medii versatile pot fi utilizate eficient în contexte rezidențiale, comerciale și industriale, demonstrând aplicabilitatea lor largă. Următoarele exemple ilustrează versatilitatea lor în diverse contexte.

Aer: Utilizat frecvent în toate cele trei sectoare. Aplicațiile rezidențiale includ aer condiționat central, încălzire cu aer forțat și pompe de căldură. Aplicațiile comerciale implică adesea sisteme VRF, unități de acoperiș și ventiloconvectoare. Aplicațiile industriale pot utiliza sisteme de ventilație la scară largă și sisteme de colectare a prafului.

Apă: Utilizată frecvent în medii rezidențiale și comerciale. Aplicațiile rezidențiale includ sistemele de încălzire radiantă și hidronice. Aplicațiile comerciale implică adesea instalații de cazane și sisteme de apă răcită. Aplicațiile industriale pot utiliza sisteme de încălzire și răcire de proces.

Abur: Utilizat în principal în mediul industrial și comercial. Aplicațiile industriale includ turbinele cu abur pentru producerea de energie și încălzirea proceselor. Aplicațiile comerciale pot implica sisteme de încălzire cu abur pentru clădiri mari.

Refrigerant: Utilizat în principal în mediul comercial și industrial. Aplicațiile comerciale includ sistemele de refrigerare ale supermarketurilor și mașinile de gheață. Aplicațiile industriale pot implica sisteme de răcire a proceselor și instalații de depozitare la rece.

Electricitate: Utilizată în toate cele trei sectoare. Aplicațiile rezidențiale includ încălzitoare electrice cu plintă, pompe de căldură și aer condiționat electric. Aplicațiile comerciale implică adesea răcitoare electrice și ventiloconvectoare. Aplicațiile industriale pot utiliza elemente electrice de încălzire și sisteme de răcire a proceselor.

Aceste exemple demonstrează versatilitatea diferiților vectori de energie în sistemele HVAC, permițând soluții personalizate pentru a satisface nevoile specifice ale diferitelor aplicații. Prin înțelegerea diferitelor vectori de energie utilizați în sistemele HVAC, este posibilă optimizarea eficienței energetice și selectarea celui mai adecvat sistem pentru o anumită aplicație.

5.3- Bazele sistemelor HVAC: componente, funcții și interacțiune

Sistemele HVAC sunt concepute pentru a menține un mediu interior confortabil prin controlul temperaturii, umidității și calității aerului. Aceste sisteme constau, de obicei, din mai multe componente cheie care lucrează împreună pentru a atinge aceste obiective

5.3.1. Componente ale sistemelor HVAC

Componentele esențiale ale unui sistem HVAC includ:

- a) sursă de căldură;
- b) sursă de răcire;
- c) aparat de tratare a aerului;
- d) umidificator și/sau dezumidificator;
- e) fani;
- f) conducte;
- g) amortizoare;
- h) registre;
- i) termostat.

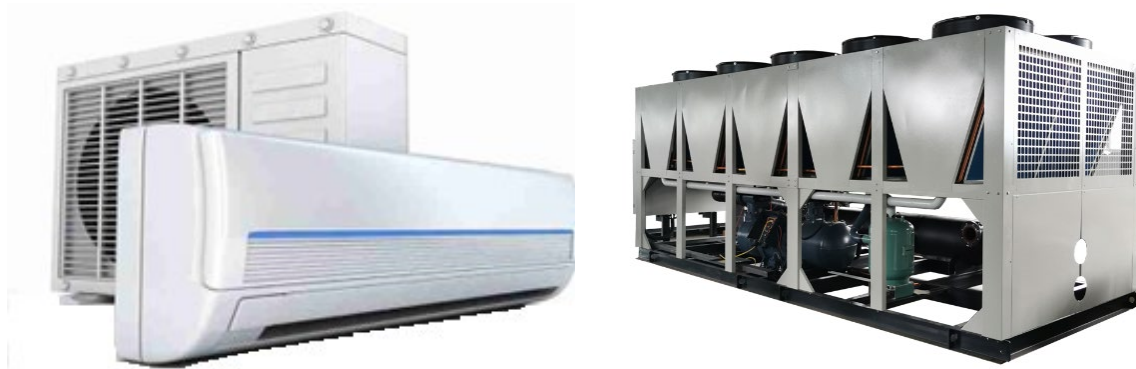


Figura 3. Surse de răcire: Aer condiționat (stânga); Chiller (dreapta)

c) **Unitatea de tratare a aerului (AHU)** este o componentă esențială a sistemelor HVAC care asigură circulația aerului în întreaga clădire. De obicei, aceasta include un ventilator puternic, un filtru pentru îndepărtarea contaminanților și serpentine pentru încălzirea sau răcirea aerului, asigurând un mediu interior confortabil și sănătos [7].

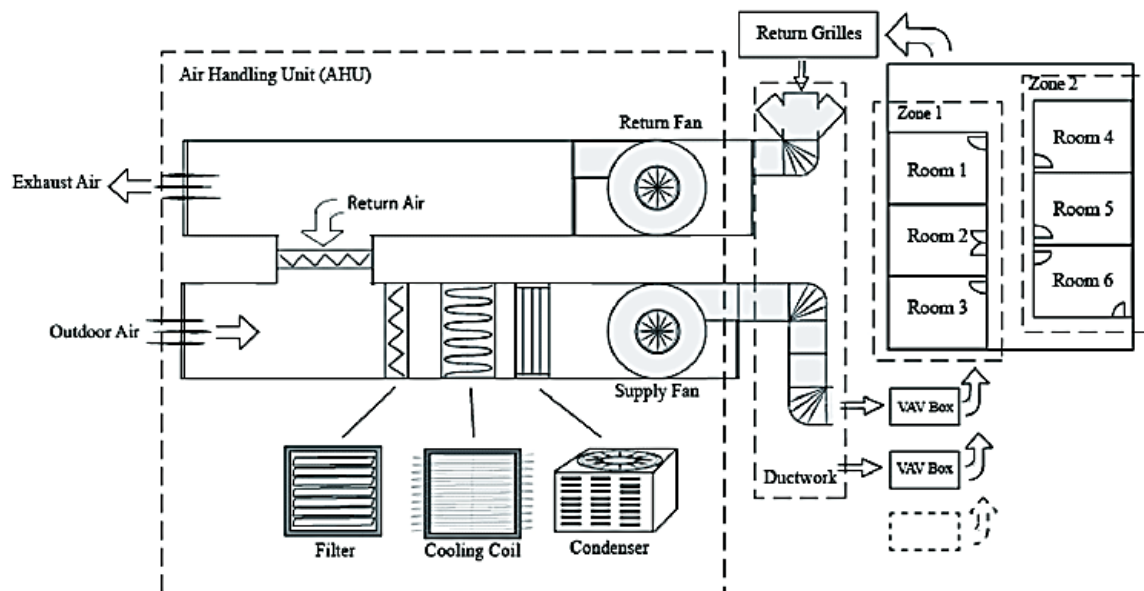


Figura 4. Unitate de tratare a aerului (AHU) [7]

Pentru a ilustra funcționarea aparatului de tratare a aerului, luați în considerare un proprietar de locuință care setează termostatul la 26°C. Atunci când temperatura interioară crește peste acest punct de referință, termostatul detectează abaterea și trimite un semnal către sistemul HVAC. Ca răspuns, aparatul de tratare a aerului, o componentă centrală a sistemului, intră în funcțiune.

Ventilatorul din unitatea de tratare a aerului începe să se rotească, trăgând aer din spațiul interior. Pe măsură ce aerul trece prin centrala de tratare a aerului, acesta este filtrat pentru a îndepărta contaminanții precum praful, polenul și alergenii, îmbunătățind calitatea aerului din interior. Ulterior, serpentina de răcire din cadrul dispozitivului de tratare a aerului este activată, răcind efectiv aerul de intrare la temperatura dorită.

Aerul răcit este apoi propulsat prin conductele și orificiile de ventilație din întreaga locuință, reducând treptat temperatura interioară. Termostatul monitorizează continuu mediul interior, asigurându-se că temperatura rămâne la punctul de referință dorit. Odată ce temperatura dorită este atinsă, aparatul de tratare a aerului și serpentina de răcire se vor opri automat, conservând energia.

În acest exemplu, aparatul de tratare a aerului joacă un rol crucial în răcirea locuinței prin aspirarea aerului, filtrarea, răcirea și distribuirea acestuia în tot spațiul.

d) **Umidificatoarele și dezumidificatoarele** sunt, de asemenea, componente esențiale ale sistemelor HVAC care ajută la reglarea nivelului de umiditate din interior. Aceste dispozitive joacă un rol crucial în menținerea unui mediu confortabil și sănătos prin prevenirea unor probleme precum uscarea pielii, probleme respiratorii și dezvoltarea mușeiului.

Umidificatoarele adaugă umiditate aerului. Acestea sunt adesea utilizate în climatele uscate sau în timpul lunilor de iarnă, când aerul din interior poate deveni excesiv de uscat din cauza sistemelor de încălzire. Prin creșterea umidității, umidificatoarele pot ajuta la ameliorarea pielii uscate, a congestiei nazale și a electricității statice.

Dezumidificatoarele elimină umiditatea din aer. Acestea sunt utilizate în mod obișnuit în climatele umede sau în timpul lunilor de vară, când umiditatea ridicată poate duce la apariția mușeiului, a mușeiului și a mirosurilor de mușei. Prin reducerea umidității, dezumidificatoarele pot ajuta la prevenirea acestor probleme și la crearea unui mediu mai confortabil.

Atât umidificatoarele, cât și dezumidificatoarele funcționează de obicei prin utilizarea unui ventilator pentru a atrage aerul în unitate. Aerul trece apoi peste un filtru sau o altă componentă care adaugă sau elimină umezeala. Aerul tratat este apoi eliberat înapoi în încăpere.

Prin utilizarea eficientă a umidificatoarelor și dezumidificatoarelor, puteți menține niveluri optime de umiditate în spațiul dvs. interior, creând un mediu mai sănătos și mai confortabil.

e) **Ventilatoarele** sunt dispozitive care creează un flux de aer prin rotirea paletelor. Acestea sunt utilizate într-o varietate de aplicații în sistemele HVAC și sunt esențiale pentru circulație, ventilație, transfer de căldură și controlul umidității.

Ventilatoarele distribuie aerul condiționat în întreaga clădire, asigurând o încălzire sau răcire uniformă în toate zonele. În sistemele de încălzire, ventilatoarele ajută la deplasarea aerului cald de la furnal către camere. În sistemele de răcire, acestea aspiră aerul cald care urmează să fie răcit și apoi distribuie aerul rece.

Ventilatoarele ajută la schimbul de aer interior cu aerul exterior, îmbunătățind calitatea aerului și prevenind acumularea de poluanți. De asemenea, ventilatoarele pot

contribui la reducerea umidității prin deplasarea aerului și prevenirea acumulării de umiditate.

Există diferite tipuri de ventilatoare, inclusiv ventilatoare axiale, ventilatoare centrifugale și ventilatoare suflante (a se vedea Tabelul 1). Tipul de ventilator utilizat depinde de aplicația specifică și de caracteristicile necesare ale debitului de aer. În esență, ventilatoarele sunt inima sistemelor HVAC, asigurându-se că aerul condiționat este livrat eficient acolo unde este necesar.

Tabelul 1 - Tipuri de ventilatoare

Tip ventilator	Exterior	Structura
Axial		
Centrifugă		
Suflantă		

f) **Conductele** sunt o componentă esențială a sistemelor HVAC, responsabile de distribuirea aerului condiționat (încălzit sau răcit) în întreaga clădire. După cum se arată în Figura 5, conductele formează o rețea care conectează centrala de tratare a aerului la diferite camere și spații.

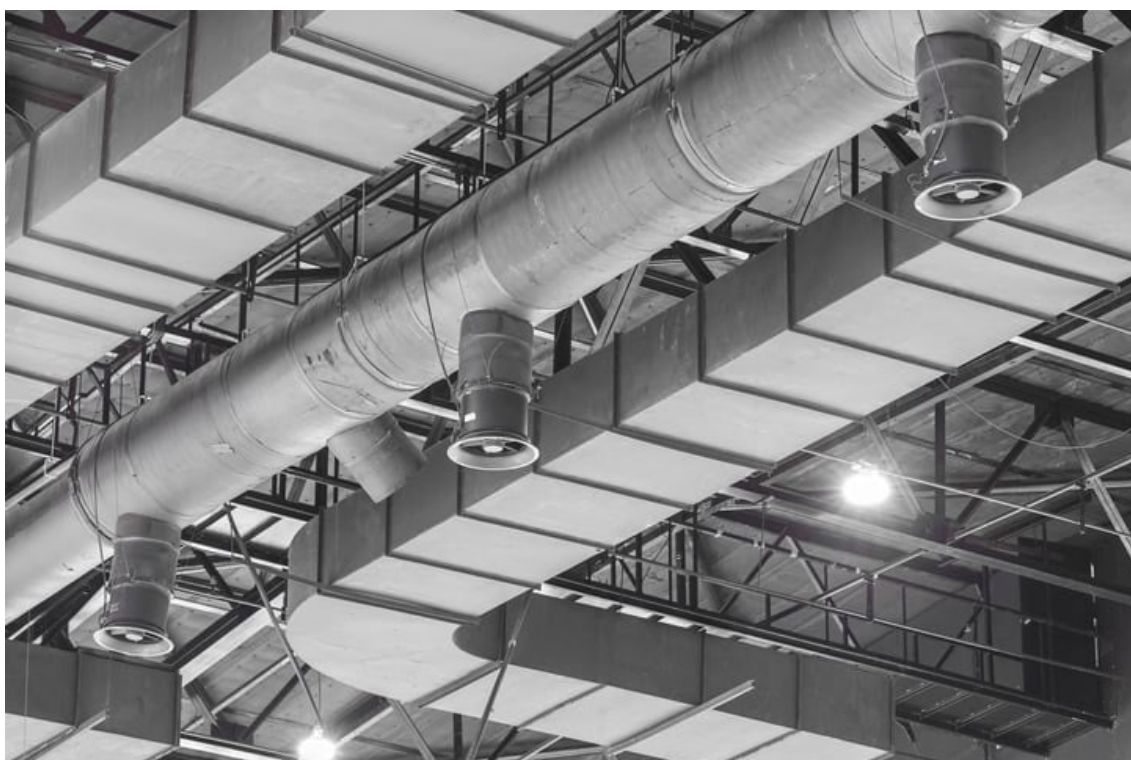


Figura 5. Rețea de conducte [8]

Conductele funcționează pe baza unui principiu simplu: unitatea HVAC, situată de obicei la subsol, în pod, în camera de serviciu sau în exterior, încălzește sau răcește aerul folosind o sursă de încălzire sau răcire. Acest aer condiționat este apoi împins într-o rețea de conducte de alimentare. Aceste conducte sunt de obicei realizate din metal sau din materiale flexibile. Conductele de alimentare se ramifică și transportă aerul condiționat în diferite încăperi ale clădirii. Acest aer este expulzat prin orificii sau registre. Pe măsură ce aerul condiționat încălzește sau răcește spațiile interioare, acesta devine mai puțin eficient. Acest aer uzat este tras înapoi în unitatea HVAC prin conductele de retur. Aerul de retur trece printr-un filtru pentru a îndepărta praful, polenul și alți contaminanți. Acesta este apoi recirculat prin sistem, repetând procesul.

Conductele vin în două tipuri principale: rigide și flexibile. Conductele rigide (formă circulară sau dreptunghiulară) sunt construite din tablă, sunt durabile și oferă un flux de aer eficient. Conductele flexibile (formă circulară), realizate dintr-un material flexibil, sunt mai ușor de instalat, dar pot avea o eficiență ușor mai scăzută.

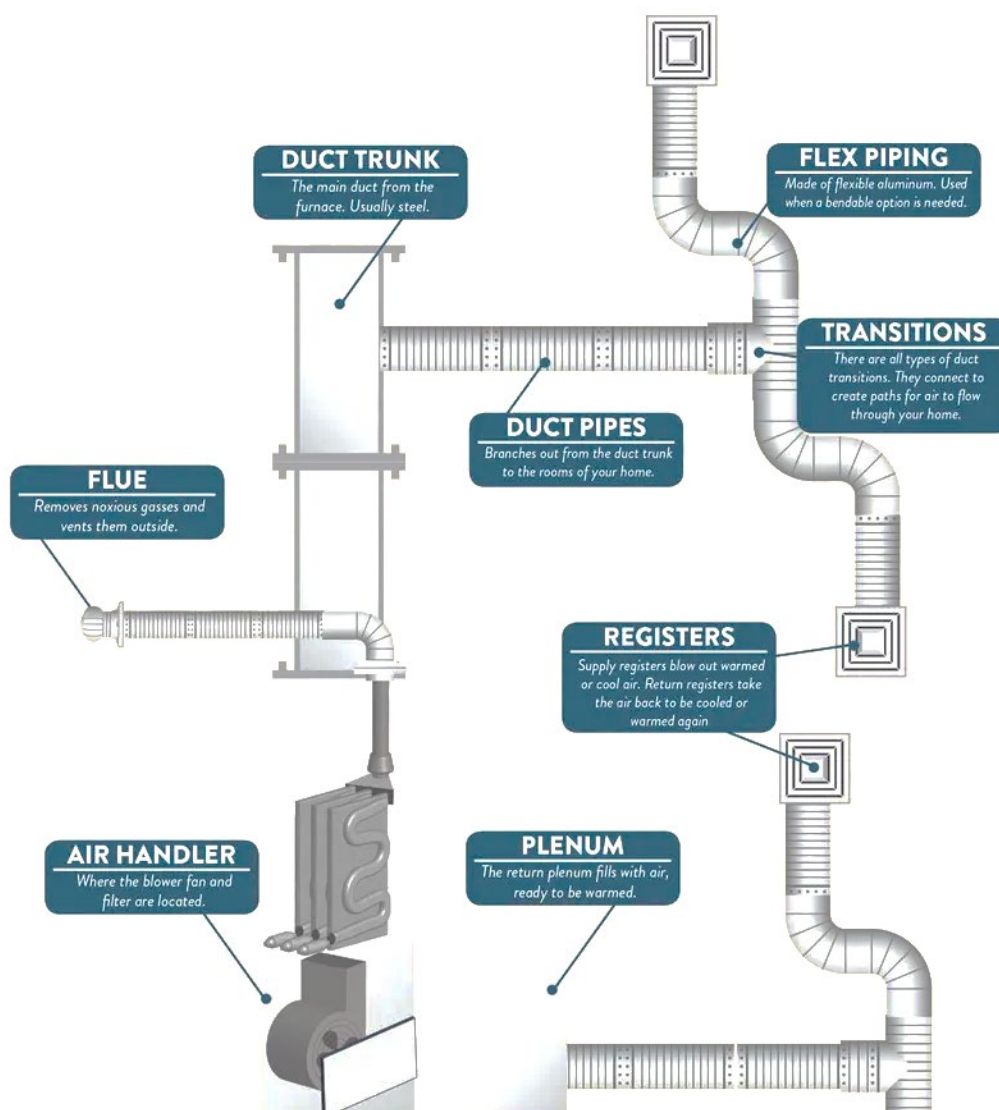


Figura 6. Elemente ale rețelei de conducte [9]

Funcționarea eficientă a sistemului HVAC se bazează pe conducte bine proiectate și instalate. Conductele neetanșe sau slab izolate pot reduce eficiența energetică și crește costurile. Izolarea conductelor ajută la prevenirea pierderilor sau câștigurilor de căldură, îmbunătățind eficiența energetică. Conductele etanșate corespunzător previn scurgerile de aer și infiltrarea poluanților din exterior, îmbunătățind calitatea aerului din interior. Conductele asigură că aerul condiționat ajunge în toate zonele clădirii, oferind un confort constant.

Întreținerea periodică a conductelor este esențială pentru performanță optimă și eficiență energetică. Inspecțiile pot descoperi scurgeri, blocaje sau alte probleme care pot afecta fluxul de aer. Curățarea îndepărtează praful, murdăria și contaminanții care pot reduce eficiența. Etanșarea scurgerilor ajută la prevenirea pierderilor de energie și reduce facturile la utilități.

Prin înțelegerea rolului conductelor în sistemele HVAC și prin asigurarea întreținerii corespunzătoare a acestora, proprietarii și ocupanții clădirilor se pot bucura de confort optim și eficiență energetică.

g) **Amortizoarele** sunt dispozitive mecanice utilizate în sistemele HVAC pentru a gestiona eficient fluxul de aer. Aceste componente joacă un rol crucial în menținerea condițiilor optime de mediu interior. Prin reglarea volumului de aer care trece prin diverse conducte și guri de ventilație, amortizoarele permit un control precis asupra distribuției aerului condiționat în întreaga clădire. Acest lucru asigură faptul că diferite zone primesc cantitatea adecvată de încălzire sau răcire, ceea ce duce la un confort sporit și eficiență energetică.



Figura 7. Amortizoare diferite în funcție de tipul conductei

Amortizoarele sunt disponibile în diferite tipuri pentru a se potrivi diferitelor nevoi: amortizoare manuale - sunt reglate manual cu mâna sau cu o unealtă; amortizoare motorizate - sunt controlate de motoare electrice și pot fi automatizate pentru funcționare de la distanță; și amortizoare pneumatice - sunt acționate de aer comprimat, permițând un control precis și receptiv.

Amortizoarele îndeplinesc o varietate de funcții pentru a asigura confortul și eficiența optimă a interiorului. Rolurile lor principale includ:

- ✓ Echilibrarea fluxului de aer: Amortizoarele distribuie uniform aerul condiționat în întreaga clădire, prevenind punctele calde sau reci.
- ✓ Controlul temperaturii: Prin reglarea volumului de aer care trece prin serpentinele de încălzire sau răcire, amortizoarele mențin nivelurile de temperatură dorite.
- ✓ Prevenirea refluxului: Amortizoarele împiedică aerul să revină în sistem, asigurând o funcționare eficientă și împiedicând pătrunderea contaminanților.

- ✓ Eficiență energetică: Amortizoarele ajută la optimizarea consumului de energie prin minimizarea scurgerilor de aer și echilibrarea fluxului de aer, reducând cererea totală de energie.
- ✓ Calitatea aerului interior: Prin controlul ratelor de ventilație, clapetele ajută la menținerea unui mediu interior sănătos prin eliminarea poluanților și introducerea de aer proaspăt.

Iată un exemplu de funcționare a amortizoarelor: Imaginați-vă o clădire comercială mare cu mai multe etaje și zone. Fiecare zonă are propriul termostat pentru a controla temperatura în zona respectivă. Pentru a se asigura că fiecare zonă primește cantitatea corectă de aer, în conducte sunt instalate amortizoare.

- Dacă o zonă necesită mai multă căldură sau răcire, termostatul va semnala sistemului HVAC să crească fluxul de aer către zona respectivă. Amortizorul care controlează fluxul de aer către zona respectivă se va deschide, permițând trecerea unui volum mai mare de aer.
- Dacă o zonă necesită mai puțină căldură sau răcire, termostatul va semnala sistemului HVAC să reducă fluxul de aer către acea zonă. Amortizorul care controlează fluxul de aer către zona respectivă se va închide, restricționând cantitatea de aer care poate trece prin zonă.

Prin ajustarea poziției acestor clapete, sistemele HVAC pot controla eficient temperatura și fluxul de aer în diferite zone ale unei clădiri, asigurând un confort optim și eficiență energetică.

h) **Registrele** sunt deschideri în pereți sau tavane care asigură o cale de acces pentru aerul condiționat din conducte în încăperi.

De obicei, acestea sunt echipate cu grile sau lamele care pot fi reglate pentru a controla cantitatea de flux de aer. Prin ajustarea poziției grilajului sau a lamelelor, puteți controla cantitatea de aer care intră într-o cameră. Acest lucru permite personalizarea temperaturii și a fluxului de aer în diferite zone ale casei sau clădirii. Registrele ajută la asigurarea unei distribuții uniforme a aerului condiționat în întreaga clădire, prevenind punctele calde sau reci.

Registrele sunt de diferite tipuri, în funcție de poziția lor în clădire (a se vedea figura 8). Registrele de perete sunt de obicei amplasate în pereții unei încăperi și pot avea formă dreptunghiulară sau circulară. Registrele de tavan sunt amplasate în tavan și sunt adesea utilizate în încăperile cu tavane înalte. Registrele de podea sunt mai puțin frecvente, dar pot fi găsite în unele clădiri mai vechi.

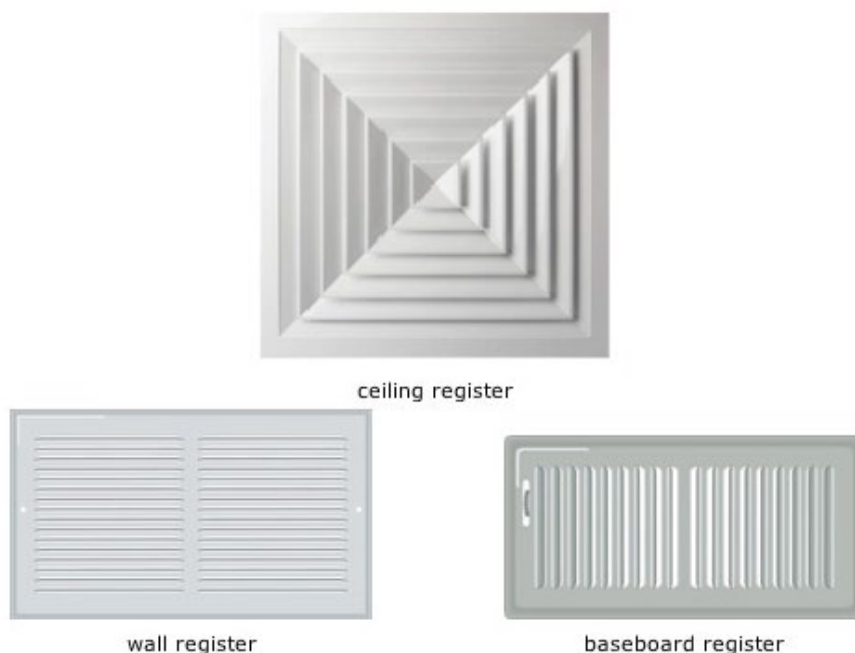


Figura 8. Tipuri de registre [10]

i) **Termostatul** este unitatea centrală de control care reglează funcționarea sistemului HVAC. Acesta acționează ca un comutator sensibil la temperatură, pornind sau oprind sistemul pentru a menține o temperatură dorită. Termostatul este echipat cu un senzor de temperatură, de obicei un termistor. Acest senzor monitorizează continuu temperatura ambientală din cameră. Termostatul compară temperatura măsurată cu temperatura dorită setată de utilizator. Pe baza acestei comparații, termostatul trimite semnale sistemului HVAC. De exemplu, atunci când termostatul detectează o scădere a temperaturii, acesta activează sursa de căldură. Sursa de căldură încălzește aerul, care este apoi circulat prin centrala de tratare a aerului și prin conducte către spațiul interior. Dispozitivul de tratare a aerului poate include, de asemenea, un filtru pentru a elimina contaminanții din aer înainte ca acesta să fie distribuit.

În mod similar, atunci când termostatul detectează o creștere a temperaturii, acesta activează sursa de răcire. Sursa de răcire îndepărtează căldura din aer, care este apoi distribuită în spațiul interior prin dispozitivul de tratare a aerului și prin conducte. Umidificatoarele și dehumidificatoarele sunt utilizate pentru a regla nivelul de umiditate, asigurând un confort optim și prevenind eventualele probleme de sănătate.

5.3.2. Funcțiile sistemelor HVAC

Sistemele HVAC îndeplinesc următoarele funcții principale:

1. **Încălzirea:** Încălzesc spațiile interioare la o temperatură confortabilă, folosind diverse metode precum cuptoare, pompe de căldură, cazane sau încălzitoare electrice.

2. **Răcire:** Acestea răcesc spațiile interioare la o temperatură confortabilă, de obicei folosind unități de aer condiționat care elimină căldura și umiditatea.
3. **Ventilație:** Acestea schimbă aerul interior cu aerul exterior pentru a menține o calitate adecvată a aerului și pentru a preveni acumularea poluanților și a aerului viciat.
4. **Controlul umidității:** Acestea reglează nivelul de umiditate în spațiile interioare, prevenind uscarea sau umezeala excesivă care poate duce la disconfort sau probleme de sănătate.
5. **Filtrarea aerului:** Acestea filtrează contaminanții din aer, cum ar fi praful, polenul și alergenii, pentru a îmbunătăți calitatea aerului din interior.

Sistemele HVAC sunt responsabile pentru crearea unui mediu interior confortabil, sănătos și eficient prin controlul temperaturii, umidității și calității aerului.

Următorul videoclip este disponibil pentru o mai bună înțelegere a principiilor de funcționare a sistemelor HVAC.

5.3.3. Interacțiunea dintre componentele sistemelor HVAC

Sistemele HVAC sunt rețele complexe de componente interconectate care lucrează împreună pentru a regla temperatura interioară, umiditatea și calitatea aerului [5,6]. Interacțiunile dintre aceste componente sunt esențiale pentru funcționarea eficientă și eficace a sistemului.

1. **Termostat și controler:** Termostatul măsoară temperatura interioară și trimite un semnal la controler. Pe baza citirii temperaturii, controlerul activează echipamentul de încălzire sau răcire corespunzător.
2. **Echipamente de încălzire și răcire:** Echipamentele de încălzire (de exemplu, cuptoare, cazane) transformă combustibilul în căldură, în timp ce echipamentele de răcire (de exemplu, aparate de aer condiționat, chillere) elimină căldura din aerul interior. Ventilatoarele din echipamentele de încălzire și de răcire fac să circule aerul condiționat în întreaga clădire.
3. **Conducte:** Conductele transportă aerul condiționat de la echipamentul de încălzire sau răcire către diferitele încăperi din clădire. Amortizoarele din cadrul conductelor controlează cantitatea de aer care curge către diferite zone.
4. **Registrele** sunt deschideri în pereți sau tavane care permit aerului condiționat să intre în încăperi. Registrele pot fi reglate pentru a regla cantitatea de aer furnizată în fiecare cameră.
5. **Filtrele** elimină contaminanții din aer, cum ar fi praful, polenul și alergenii. Filtrele protejează, de asemenea, echipamentele de încălzire și răcire împotriva deteriorării cauzate de contaminanți.

6. **Senzorii** monitorizează diferite condiții din cadrul sistemului HVAC, cum ar fi temperatura, umiditatea și fluxul de aer. Datele colectate de senzori sunt utilizate de controler pentru a regla funcționarea sistemului în funcție de necesități.

Sistemele HVAC includ adesea componente de ventilație care schimbă aerul interior cu aerul exterior, îmbunătățind calitatea aerului și eliminând umiditatea. Dezumidificatoarele sau umidificatoarele pot fi utilizate pentru a regla nivelul de umiditate din interior.

Sistemele HVAC pot fi integrate cu sistemele de automatizare a clădirilor pentru a optimiza consumul de energie.

Aceste componente și funcții lucrează împreună într-un mod coordonat pentru a crea un mediu interior confortabil și sănătos. Configurația specifică a unui sistem HVAC variază în funcție de dimensiunea clădirii, de locație și de nivelul de confort dorit.

5.4- Calcularea și interpretarea parametrilor de eficiență energetică

Atunci când se evaluează eficiența energetică a sistemelor HVAC, se utilizează în mod obișnuit trei parametri principali: rata de eficiență energetică (EER), coeficientul de performanță (COP) și rata de eficiență energetică sezonieră (SEER). Acești parametri măsoară eficiența unui sistem în conversia energiei introduse în energie utilă.

5.4.1. Rata de eficiență energetică (EER)

- **Definiție:** EER este o măsură a eficienței cu care un aparat de aer condiționat sau o pompă de căldură transformă energia electrică în putere de răcire sau încălzire.
- **Calcul:** $EER = \text{Capacitatea de răcire (BTU/h)} / \text{Puterea absorbită (wați)}$
- **Interpretare:** Un EER mai mare indică un sistem mai eficient. De exemplu, un EER de 14 înseamnă că sistemul produce 14 BTU de răcire pentru fiecare watt de electricitate consumat.

5.4.2. Coeficientul de performanță (COP)

- **Definiție:** COP este un parametru similar utilizat pentru pompele de căldură, care măsoară eficiența conversiei energiei electrice în putere de încălzire.
- **Calcul:** $COP = \text{Capacitatea de încălzire (BTU/h)} / \text{Puterea absorbită (wați)}$
- **Interpretare:** Un COP mai mare indică o pompă de căldură mai eficientă.

5.4.3. Indicele de eficiență energetică sezonieră (SEER)

- **Definiție:** SEER este o măsură a eficienței energetice medii a unui sistem pe parcursul unui sezon de răcire. Acesta ia în considerare factori precum temperatura și umiditatea exterioară.
- **Calcul:** SEER este calculat pe baza unei serii de valori EER la diferite temperaturi exterioare.
- **Interpretare:** Un SEER mai mare indică un sistem mai eficient pe parcursul întregului sezon de răcire.

Puncte cheie:

- **Unități:** EER, COP și SEER sunt de obicei exprimate în unități de BTU/h per watt.
- **Compararea eficienței:** Aceste măsurători permit compararea directă a eficienței energetice a diferitelor sisteme HVAC.
- **Standarde de reglementare:** Multe regiuni au cerințe minime SEER pentru noile echipamente HVAC pentru a promova eficiența energetică.

Prin înțelegerea acestor parametri, consumatorii pot lua decizii în cunoștință de cauză atunci când aleg sisteme HVAC care sunt atât eficiente, cât și rentabile.

5.5- Tipuri actuale de sisteme HVAC

Pe baza dimensiunii, construcției și caracteristicilor de funcționare, sistemele HVAC pot fi clasificate ca:

- a) Camere individuale sau sisteme individuale
- b) Sisteme de condiționare a spațiului sau sisteme spațiale
- c) Sisteme unitare ambalate sau sisteme ambalate
- d) Sisteme centrale hidronice sau centrale

5.5.1. Camere individuale sau sisteme individuale

Un **sistem individual** utilizează, în mod normal, fie un singur aparat de aer condiționat monobloc autonom (instalat într-o fereastră sau într-un perete), fie unități interioare și exterioare separate pentru a deservi o cameră individuală (figura 9).

Sistemele individuale sunt caracterizate de dimensiuni compacte, instalare ușoară și costuri relativ scăzute. Cu toate acestea, ele pot avea o capacitate limitată de răcire sau încălzire și pot fi zgomotoase.



Figura 9. Sisteme HVAC individuale [11]

5.5.2. Sisteme de condiționare a spațiului sau sisteme spațiale

Sistemele de climatizare a spațiului sunt concepute pentru a climatiza un spațiu mai mare, cum ar fi o clădire sau un grup de clădiri (figura 10). Ele sunt mai puternice decât sistemele pentru încăperi individuale, oferind un control mai bun al temperaturii și o calitate mai bună a aerului. Sistemele spațiale au răcirea, încălzirea și filtrarea efectuate predominant în sau deasupra spațiului condiționat. Aerul exterior este furnizat de un sistem separat de ventilație exterioară. Acestea sunt mai complexe de instalat și necesită întreținere profesională.

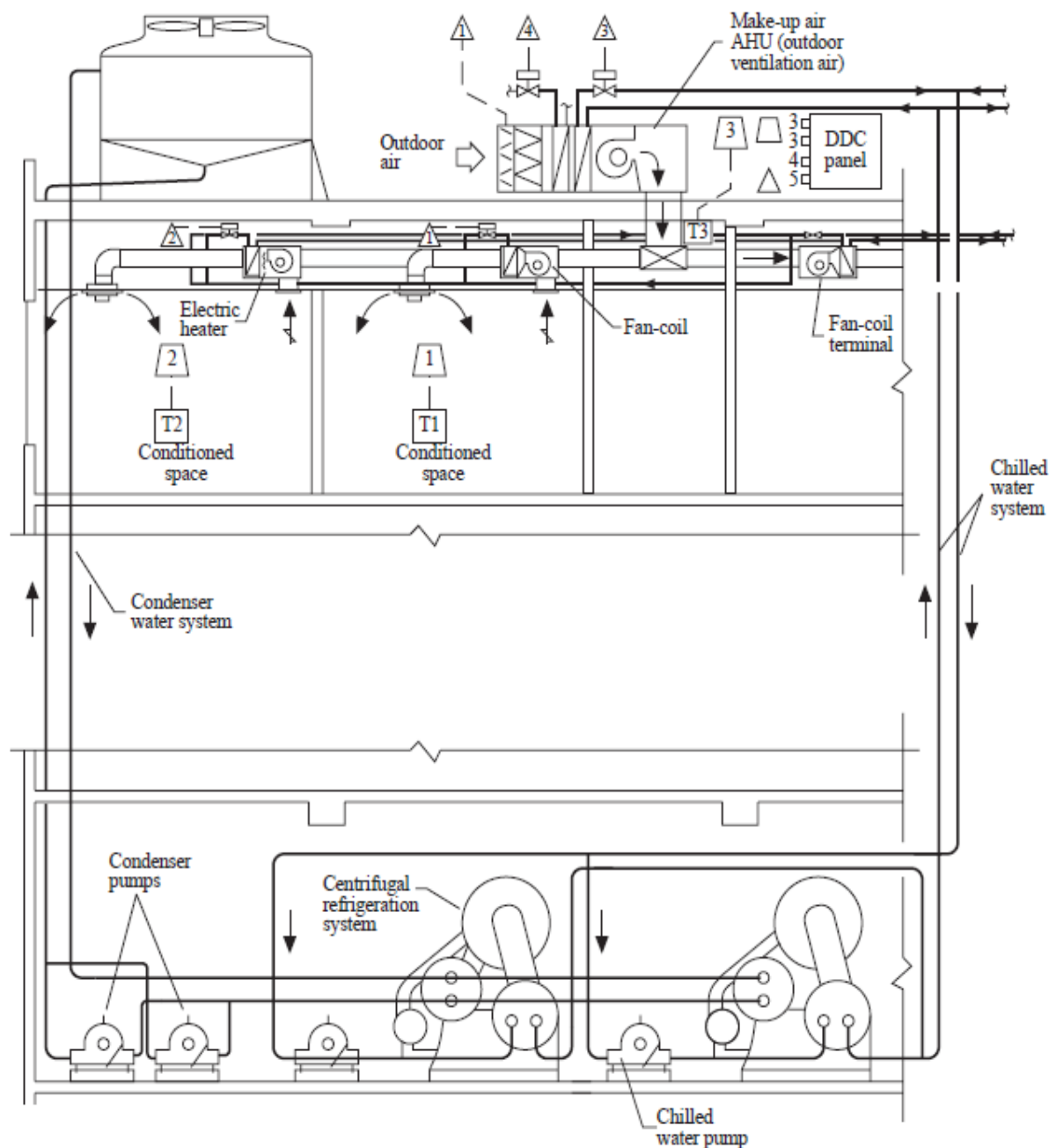


Figura 10. Sisteme de condiționare a spațiului

5.5.3. Sisteme unitare ambalate sau sisteme ambalate

Sistemele Unitary Packaged sunt unități fabricate în fabrică care conțin toate componentele necesare (evaporator, condensator, ventilator și comenzi) într-un singur dulap (Figura 11). Acestea sunt caracterizate prin instalare ușoară, funcționare eficientă și întreținere relativ redusă. Acestea sunt adesea utilizate în clădiri comerciale și industriale.

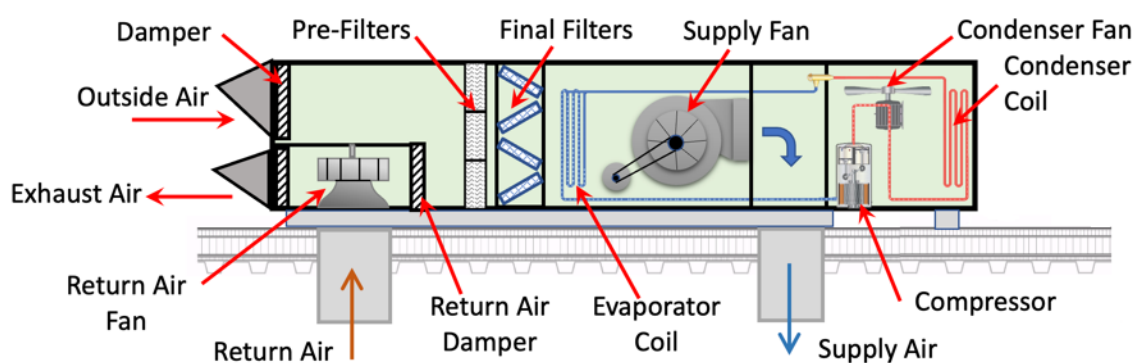


Figura 11. Sisteme ambalate [12]

5.5.4. Sisteme centrale hidronice sau centrale

Un sistem central utilizează un cazan central sau un răcitor pentru a încălzi sau răci apa sau un alt fluid, care este apoi distribuit în întreaga clădire pentru a furniza încălzire sau răcire (figura 12). De exemplu, există sisteme de încălzire centrală cu radiatoare sau plinte și sisteme de răcire centrală cu serpentine cu apă răcită. Pentru transportul energiei, capacitatea termică a apei este de aproximativ 3400 de ori mai mare decât cea a aerului. Aceste sisteme sunt extrem de eficiente, pot furniza încălzire sau răcire uniformă într-o clădire mare și sunt adesea utilizate în spații comerciale și instituționale. Cu toate acestea, instalarea și întreținerea lor pot fi mai complexe. Sistemele centrale sunt sisteme construite, asamblate și instalate la fața locului.

Chilled water system

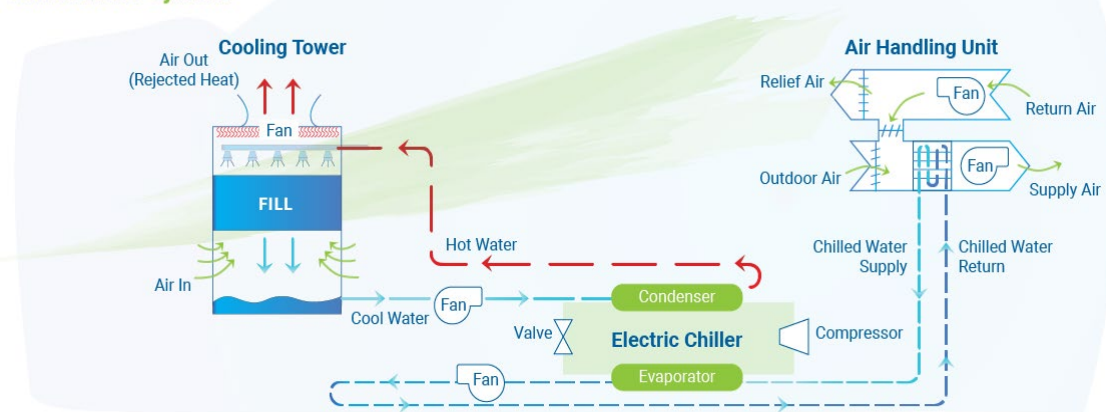


Figura 12. Sistem hidronic central [13]

Atunci când selectați cel mai potrivit sistem HVAC pentru nevoile dvs., trebuie evaluată cu atenție mai mulți factori cheie, cum ar fi eficiența energetică, costurile și calitatea aerului interior.

Indicele de eficiență energetică sezonieră, pentru sistemele de răcire, măsoară eficiența sistemului pe parcursul unui sezon de răcire. Factorul de performanță sezonieră pentru încălzire, pentru sistemele de încălzire, măsoară eficiența sistemului pe parcursul unui sezon de încălzire. Un indice SEER sau HSPF mai ridicat indică o

eficiență energetică mai mare și costuri de exploatare mai mici. Compararea ratingurilor de eficiență ale diferitelor modele poate ajuta la identificarea celor mai eficiente opțiuni din punct de vedere energetic și, eventual, la obținerea de stimulente pentru eficiență energetică.

În ceea ce privește sistemele HVAC, există trei tipuri de costuri: costurile inițiale de instalare, costurile curente de exploatare și costurile de întreținere și reparații. Costurile inițiale de achiziționare și instalare a unui sistem HVAC pot varia semnificativ în funcție de dimensiunea, tipul și complexitatea sistemului. Consumul de energie este un factor major în costurile de exploatare pe termen lung ale unui sistem HVAC. Sistemele eficiente din punct de vedere energetic pot contribui la reducerea acestor costuri în timp. Luați în considerare costurile estimate de întreținere și reparații asociate diferitelor sisteme HVAC. Unele sisteme pot necesita o întreținere mai frecventă sau mai costisitoare.

Factorii suplimentari în alegerea sistemului HVAC adecvat se pot concentra pe calitatea aerului din interior (în special atunci când clădirea în care se face instalarea este un spital), controlul umidității, dimensiunea sistemului, nivelurile de zgomot, fiabilitatea și garanția.

Luând în considerare cu atenție acești factori, puteți alege un sistem HVAC care să vă satisfacă nevoile, să vă îmbunătățească confortul interior și să contribuie la eficiența energetică și durabilitatea mediului.

5.6- Tehnologii inovatoare pentru sistemele HVAC

5.6.1. Sisteme HVAC cu debit variabil de agent frigorific (VRF)

Sistemele cu debit variabil de agent frigorific oferă mai multe avantaje față de sistemele HVAC tradiționale:

- **Funcționare fără conducte:** Unul dintre cele mai importante avantaje ale sistemelor VRF este capacitatea lor de a funcționa fără conducte extinse. Acest lucru le face ideale pentru modernizarea clădirilor mai vechi sau a spațiilor în care instalarea conductelor este impracticabilă sau costisitoare.
- **Control precis al agentului frigorific:** Sistemele VRF pot controla cu precizie cantitatea de agent frigorific care curge către fiecare unitate de evaporare individuală. Acest lucru permite un control extrem de personalizat al temperaturii în diferite zone ale unei clădiri.
- **Configurații flexibile ale evaporatorului:** Sistemele VRF pot găzdui o varietate de unități de evaporare, inclusiv capacități și configurații diferite. Această flexibilitate le permite să satisfacă nevoile specifice de încălzire și răcire ale diferitelor spații.

- **Control individualizat al confortului:** Cu sistemele VRF, fiecare zonă sau cameră poate fi controlată independent. Acest lucru oferă ocupanților o mai mare flexibilitate și confort.
- **Încălzire și răcire simultană:** Sistemele VRF pot încălzi și răci simultan diferite zone ale unei clădiri, ceea ce le face ideale pentru aplicații în care sunt necesare atât încălzirea, cât și răcirea.
- **Recuperarea căldurii:** Sistemele VRF pot recupera căldura dintr-o zonă și o pot transfera în alta, îmbunătățind eficiența energetică și reducând costurile de operare.

Sistemele VRF oferă soluții versatile de răcire și încălzire. Pentru **aplicațiile de răcire exclusivă**, sistemele VRF sunt ideale pentru menținerea temperaturilor confortabile în diverse medii, cum ar fi birouri, spații comerciale și clădiri rezidențiale. Aceste sisteme elimină eficient căldura din spațiile interioare, oferind un mediu plăcut și confortabil. Pe lângă răcire, sistemele VRF pot fi configurate și ca **pompe de căldură** (sisteme cu două țevi - Figura 13), dar nu simultan. Acest lucru le permite atât să încălzească, cât și să răcească spații, ceea ce le face potrivite pentru regiuni cu climă variabilă. Prin inversarea fluxului de agent frigorific, pompele de căldură VRF pot extrage căldura din aerul exterior și o pot transfera în interior, asigurând o încălzire eficientă în timpul lunilor mai reci.

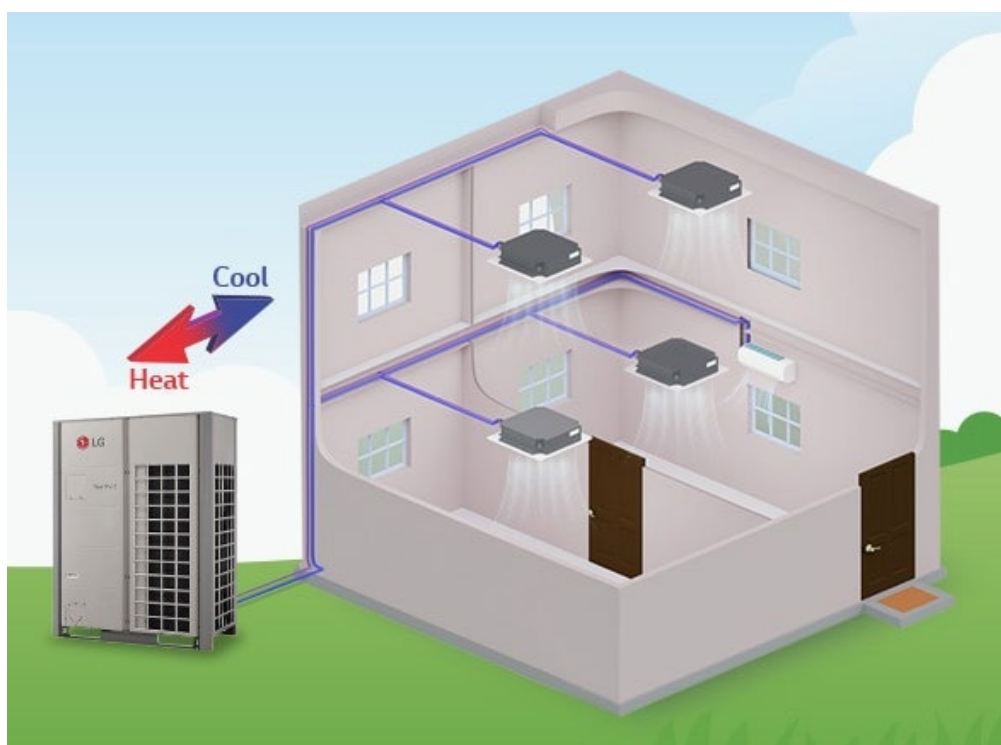


Figura 13. VRF cu sisteme cu două țevi

Pentru o eficiență energetică și mai mare, **sistemele VRF pot fi utilizate cu recuperare de căldură** (sisteme cu trei țevi - Figura 14). În această configurație, sistemele VRF pot capta și reutiliza căldura reziduală dintr-o zonă a clădirii pentru a încălzi o altă zonă,

reducând semnificativ consumul de energie și costurile de exploatare. O unitate interioară care necesită răcire își va deschide conducta de lichid și va acționa ca un evaporator, în timp ce o unitate interioară care necesită încălzire își va deschide conducta de gaz cald și va acționa ca un condensator. Acest lucru le face o alegere excelentă pentru clădirile comerciale mari și facilitățile care necesită atât încălzire, cât și răcire.

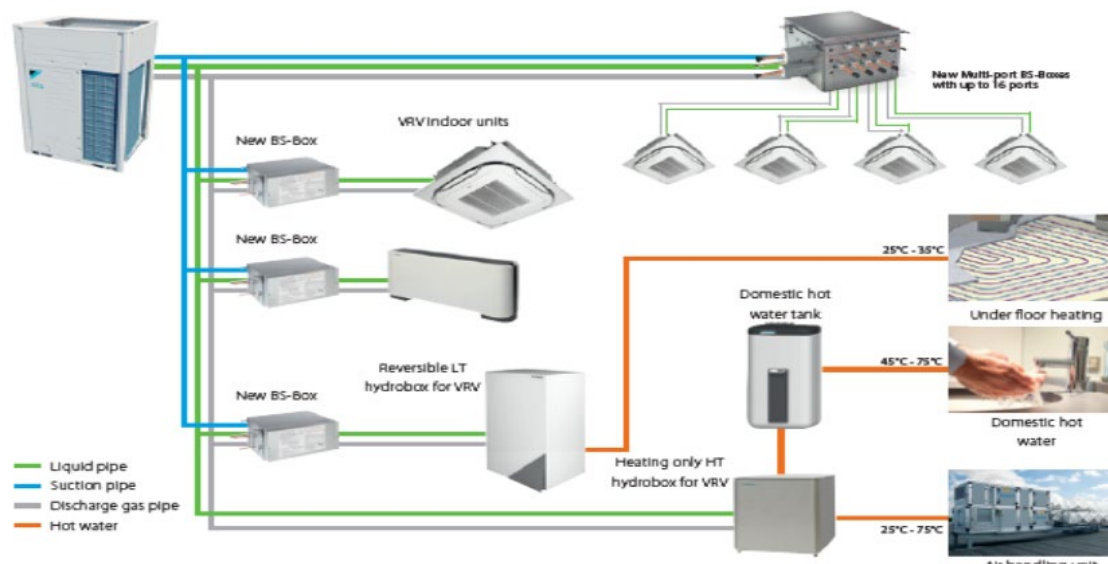


Figura 14. VRF cu sisteme cu trei țevi [14]

5.6.2. Sisteme VRF hibride

Sistemele VRF hibride reprezintă un progres recent în tehnologia HVAC, combinând eficiența sistemelor VRF cu beneficiile încălzirii și răcirii pe bază de apă. După cum se poate observa în Figura 15, aceste sisteme utilizează o configurație **cu 2 țevi de recuperare a căldurii**, în care agentul frigorific este înlocuit cu apă între **controlerul de circuit al bransamentului hibrid (HBCC)** și unitățile interioare.

Acest design inovator oferă mai multe avantaje:

- **Risc redus de scurgeri:** Prin utilizarea apei în loc de agent frigorific pentru conexiunea finală la unitățile interioare, sistemul minimizează semnificativ riscul de scurgeri de agent frigorific. Acest lucru nu numai că protejează mediul, dar reduce și necesitatea detectării frecvente a scurgerilor și a întreținerii.
- **Flexibilitate sporită:** Sistemele VRF hibride oferă o mai mare flexibilitate în proiectarea și instalarea sistemului, deoarece conductele de apă sunt, în general, mai ușor de direcționat și instalat în comparație cu conductele de agent frigorific.
- **Îmbunătățirea eficienței energetice:** În unele cazuri, utilizarea apei pentru conexiunea finală poate îmbunătăți eficiența generală a sistemului, în special în cazul aplicațiilor cu conducte lungi.

- **Reducerea costurilor:** Necesitatea redusă de detectare a scurgerilor de agent frigorific și de întreținere poate duce la economii de costuri pe termen lung.

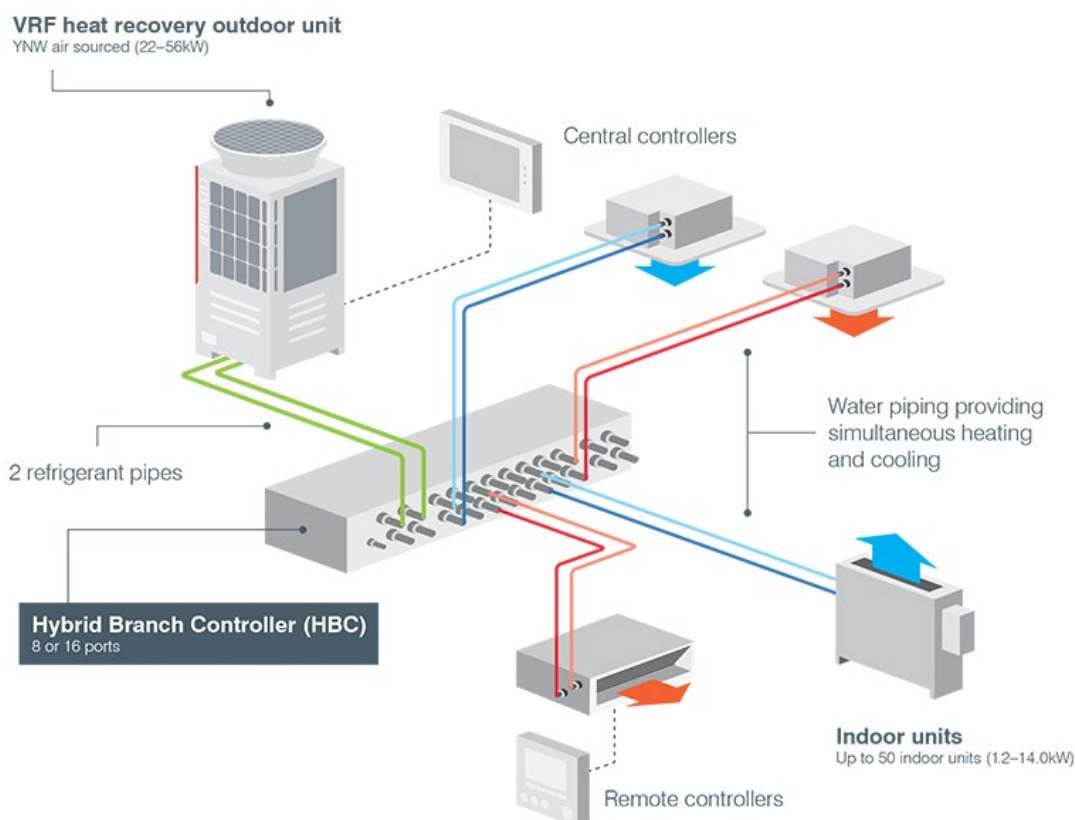


Figura 15. Sistem hibrid VRF [15]

Sistemele VRF hibride cu recuperare de căldură cu 2 țevi oferă o soluție promițătoare pentru cei care caută un sistem HVAC mai durabil, fiabil și rentabil. Prin combinarea avantajelor tehnologiei VRF cu beneficiile încălzirii și răcirii pe bază de apă, aceste sisteme oferă o opțiune valoroasă pentru diverse aplicații comerciale și rezidențiale.

5.6.3. Sistem HVAC cu schimbător de căldură sol-aer

Schimbătoarele de căldură subterane oferă o soluție durabilă și eficientă din punct de vedere energetic pentru preconditionarea aerului de ventilație. Exploatarea temperaturii relativ stabile a pământului, aceste sisteme pot reduce semnificativ costurile de încălzire și răcire.

Schimbătoarele de căldură subterane utilizează o rețea de conducte îngropate la o adâncime la care temperatura solului rămâne relativ constantă pe tot parcursul anului. La adâncimi de 1,5 până la 2,0 m sub suprafață, temperatura pământului este constantă (7-12°C) pe tot parcursul anului. Această temperatură constantă poate fi mai caldă sau mai rece decât aerul înconjurător, în funcție de locație și de anotimp. Iarna, aerul poate fi încălzit cu până la 17°C, în timp ce vara poate fi răcit cu până la 14°C înainte de a ajunge la unitatea de tratare a aerului. Această preconditionare a

aerului reduce drastic volumul de muncă al sistemelor tradiționale de încălzire și răcire, ceea ce duce la economii substanțiale de energie.

Atunci când aerul de ventilație este aspirat în clădire, acesta trece prin conductele subterane ale schimbătorului de căldură (Figura 16). Căldura din sau către sol este transferată către sau din aerul de ventilație, preîncălzindu-l sau răcindu-l înainte ca acesta să intre în clădire.

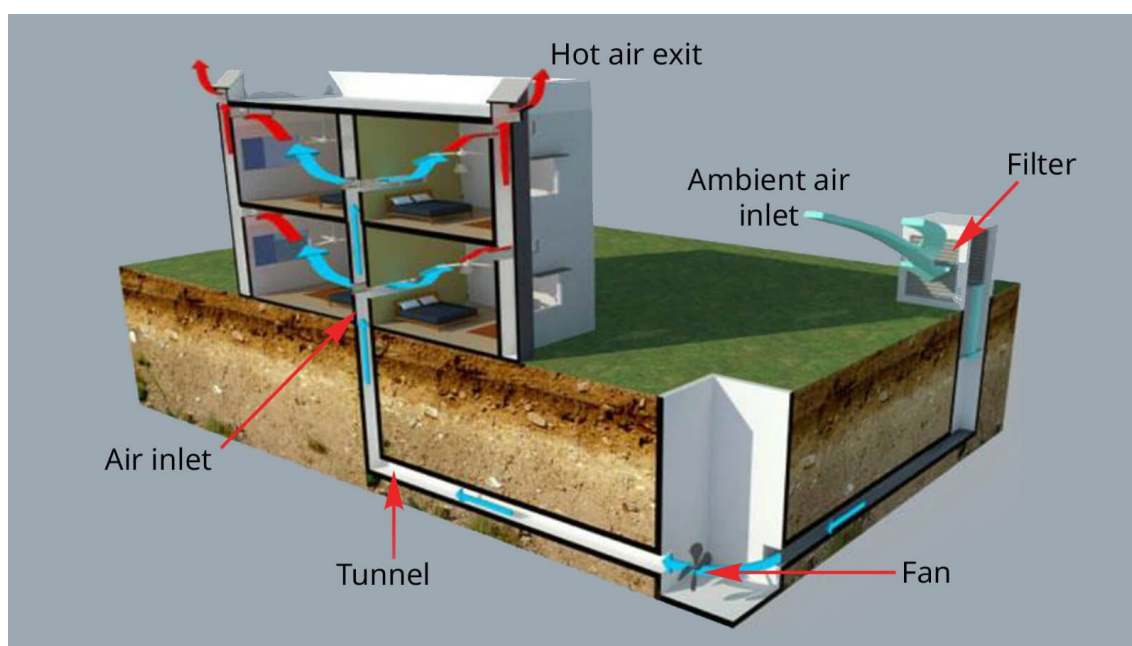


Figura 16. Principiul de funcționare al sistemului HVAC cu schimbător de căldură sol-aer

Prin preconditionarea aerului de ventilație, schimbătoarele de căldură subterane reduc energia necesară sistemelor tradiționale de încălzire sau răcire pentru menținerea unei temperaturi interioare confortabile. Acest lucru poate duce la economii substanțiale de energie și la reducerea amprente de carbon.

5.7- Întreținerea și optimizarea sistemelor HVAC

5.7.1. Întreținerea preventivă

Întreținerea periodică este esențială pentru a asigura performanța optimă, eficiența și longevitatea sistemelor HVAC. Un program de întreținere preventivă bine structurat ar trebui să includă următoarele sarcini:

- **Înlocuirea filtrelor:** Înlocuiți periodic filtrele de aer pentru a preveni înfundarea și a îmbunătăți calitatea aerului.
- **Curățarea bobinelor:** Curățați serpentinele evaporatorului și condensatorului pentru a îmbunătăți transferul de căldură.

- **Lubrifierea:** Lubrifiați piesele mobile, cum ar fi motoarele ventilatoarelor și rulmenții, pentru a reduce uzura și ruperea.
- **Inspecții electrice:** Verificați dacă există conexiuni slăbite, fire deteriorate și alte probleme electrice.
- **Verificarea agentului frigorific:** Monitorizați nivelurile de agent frigorific și verificați dacă există scurgeri pentru a menține performanțele optime ale sistemului.
- **Inspecții de siguranță:** Verificați dacă există scurgeri de monoxid de carbon, scurgeri de gaze și alte pericole pentru siguranță.

Atunci când sistemele HVAC funcționează defectuos, depanarea eficientă poate ajuta la identificarea și rezolvarea promptă a problemelor. Tehnicile comune de depanare includ verificarea alimentării, inspectarea filtrelor, verificarea obstrucțiilor și testarea componentelor. Dacă problemele persistă, consultați un tehnician HVAC calificat pentru diagnosticare și reparații de specialitate.

5.7.2. Strategii de îmbunătățire a performanței sistemului

- **Întreținere regulată:** Respectați un program de întreținere preventivă pentru a preveni problemele și a optimiza eficiența.
- **Îmbunătățiri eficiente din punct de vedere energetic:** Luați în considerare trecerea la un sistem mai eficient din punct de vedere energetic sau instalarea de componente care economisesc energie.
- **Dimensionare adecvată:** Asigurați-vă că sistemul HVAC este dimensionat corespunzător pentru spațiu, pentru a evita răcirea insuficientă sau supraîncălzirea.
- **Etanșarea conductelor:** Etanșați conductele cu scurgeri pentru a preveni pierderile de energie și a îmbunătăți eficiența sistemului.
- **Programarea termostatlui:** Utilizați termostate programabile pentru a optimiza programele de încălzire și răcire și pentru a reduce consumul de energie.
- **Inspecții periodice:** Efectuați inspecții periodice pentru a identifica eventualele probleme și pentru a le soluționa prompt.

Urmând aceste strategii, puteți menține performanța optimă a sistemului dvs. HVAC, îmbunătăți eficiența energetică și reduce costurile de operare.

Referințe

- [1] Agenția Europeană de Mediu (EEA) - <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution> (accesat la 28 august 2024).
- [2] Comisia Europeană - https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en (accesat la 28 august 2024).
- [3] Comitetul European pentru Standardizare (CEN). (2018). Calitatea aerului interior - Partea 1: Aspecte generale ale calității aerului interior și ale ventilației. Bruxelles: Comitetul European de Standardizare.
- [4] Vectorii de energie: Principles and Applications, J.A. Turner și J.C. King, Cambridge University Press, 2016.
- [5] Ingineria sistemelor energetice, R.A. Williams și D.C. Larson, John Wiley & Sons Publication House, 2018.
- [6] American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) - <https://www.ashrae.org/> (accesat la 30 august 2024).
- [7] Ghahramani, A., Galicia, P., Lehrer, D., Varghese, Z., Wang, Z., & Pandit, Y. (2020). Inteligența artificială pentru sisteme eficiente de confort termic: Cerințe, aplicații actuale și direcții viitoare. *Frontiere în mediul construit*, 6, 49.
- [8] <https://www.ny-engineers.com/blog/importance-of-keeping-your-air-ducts-in-good-working-condition> (accesat la 30 august 2024).
- [9] https://www.engineeringintro.com/construction-works/ductwork-components-for-commercial-buildings/?utm_content=cmp-true (accesat la 30 august 2024).
- [10] <https://www.visualdictionaryonline.com/house/heating/forced-warm-air-system/types-registers.php> (accesat la 30 august 2024).
- [11] <https://www.seattletimes.com/explore/at-home/adding-ac-heres-what-you-need-to-know-about-window-units-and-portable-air-conditioners/> (acc. 3 septembrie 2024).
- [12] <https://mepacademy.com/packaged-rooftop-hvac-units-rtus-explained/> (accesat la 3 septembrie 2024).
- [13] Li, X., Li, Y., Seem, J. E., & Li, P. (2012, iunie). Extremum seeking control of cooling tower for self-optimizing efficient operation of chilled water systems. În *2012 American Control Conference (ACC)* (pp. 3396-3401). IEEE.
- [14] https://www.daikin.ro/ro_ro/grupe-de-produse/VRV-inventat-de-daikin.html (accesat la 3 septembrie 2024).
- [15] <https://www.mitsubishi-electric.co.nz/hvrf/r32-hvrf-features-benefits.aspx> (accesat la 3 septembrie 2024).

6 - Livrabile

Pentru a evalua succesul tutorialului, se recomandă ca studenții să răspundă la un chestionar online.

7- Ce am învățat

Rolul sistemelor HVAC în reglarea temperaturii, umidității și calității aerului.

Avantaje, dezavantaje și aplicații ale diferiților vectori energetici.

Componente, funcții și interacțiuni în cadrul sistemelor HVAC.

Tipuri actuale și tehnologii inovatoare ale sistemelor HVAC.

Întreținerea și optimizarea sistemelor HVAC.