



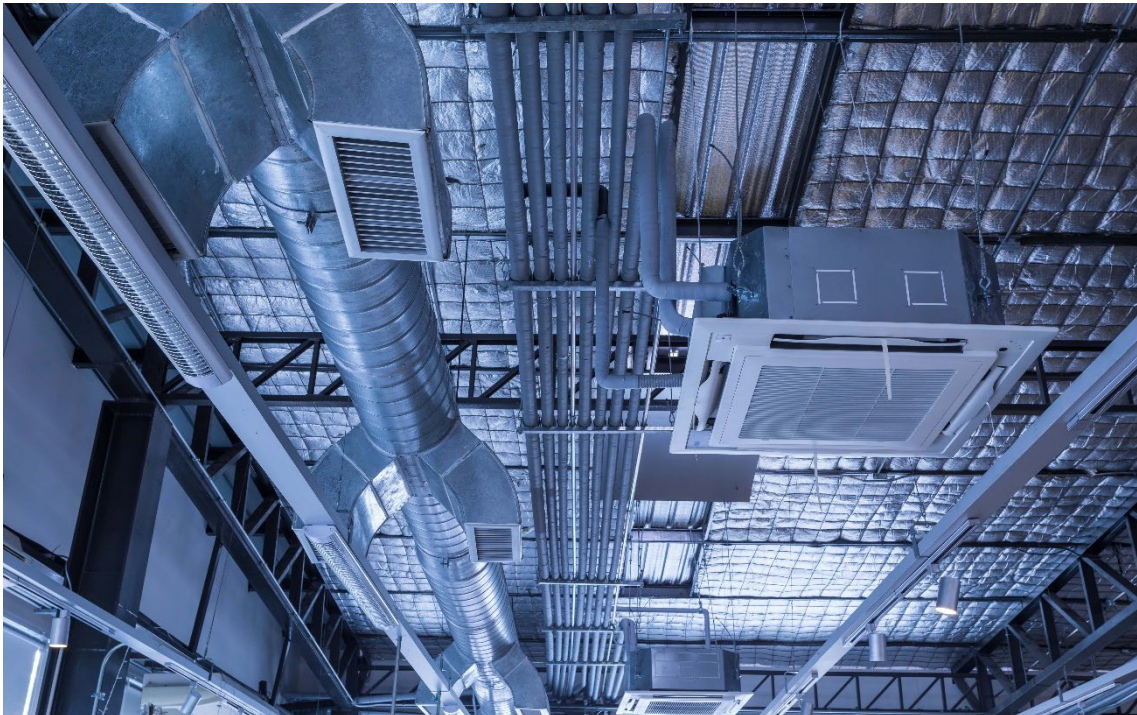
Effektive HVAC-systemer og energivektorer

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

Dette Erasmus+-prosjektet er finansiert med støtte fra Europakommisjonen. Denne publikasjonen gjenspeiler kun forfatterens synspunkter, og Europakommisjonen og Erasmus+-nasjonale byråer kan ikke holdes ansvarlig for bruk av informasjonen i publikasjonen.

BIM4Energy-prosjekt

Tittel: Effektiv HVAC-systemer og energivektorer



1 – Mål

En veiledning i effektive HVAC-systemer og energivektorer har som mål å gi deltakerne en omfattende forståelse av energieffektive systemer for oppvarming, ventilasjon og luftkondisjonering (HVAC) og de ulike energivektorene som kan drive dem. De primære målene for en slik veiledning er vanligvis:

Målene for denne opplæringen i effektive HVAC-systemer og energivektorer er som følger:

- Kunnskap om ulike energikilder som elektrisitet, naturgass, propan, solenergi, geotermisk energi og biomasse, og deres egnethet for HVAC-applikasjoner.
- Lære om grunnleggende HVAC-systemer: forståelse av komponentene, prinsippene og driften av ulike HVAC-systemer.
- Forståelse av viktige ytelsesindikatorer (KPIer) for å måle effektiviteten til HVAC-systemer, for eksempel sesongmessig energieffektivitetsforhold (SEER), sesongmessig varmeeffektivitetsfaktor (HSPF) og energieffektivitetsforhold (EER).
- Vite hvordan man velger det mest passende HVAC-systemet for ulike bygningstyper og klimaer basert på energieffektivitet og kostnadseffektivitet.
- Forståelse av hvordan man integrerer fornybare energikilder (f.eks. solenergi, geotermisk energi) i HVAC-systemer for å maksimere energieffektivitet og bærekraft.
- Kunnskap om rutinemessige vedlikeholdsoppgaver og feilsøkingsteknikker for å sikre optimal systemytelse og lang levetid.
- Forstå strategier for å redusere energiforbruket, for eksempel etterspørselsstyring, lastavlastning og tidsavhengig prissetting.

2 - Læringsmetodikk

Læreren vil gi en forklaring om effektive HVAC-systemer og energivektorer på ca. 30 minutter.

Studentene leser denne veiledningen og følger trinnene som er vist i veiledningen, nemlig:

- Nødvendigheten av HVAC-systemer
- Energivektorer som brukes i HVAC-systemer: fordeler, ulemper og anvendelser
- Grunnleggende om HVAC-systemer: komponenter, funksjoner og samspill;
- Beregning og tolkning av energieffektivitetsmål: energieffektivitetsforhold (EER), ytelseskoeffisient (COP) og sesongmessig energieffektivitetsforhold (SEER)
- Nåværende typer HVAC-systemer;
- Innovative teknologier for HVAC-systemer;

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

- Vedlikehold og optimalisering av HVAC-systemer. Forebyggende vedlikeholdsplaner, feilsøkingsteknikker og strategier for å forbedre systemytelsen.

For å evaluere suksessen av applikasjonen, foreslår vi at det gjennomføres en spørreundersøkelse blant studentene.

3 - Varighet av opplæringen

Implementeringen beskrevet i denne veiledningen vil gjennomføres via BIM4ENERGY-prosjektets nettside gjennom selvstudier.

3 undervisningstimer er passende for denne opplæringen.

4 – Nødvendige undervisningsressurser

Datarom med PC-er med internettilgang.

Nødvendig programvare: Microsoft Office.

5 – Innhold og veiledning

5.1 – Nødvendigheten av HVAC-systemer

5.1.1. HVAC-systemers rolle

HVAC-systemer er avgjørende for å opprettholde et behagelig og sunt innneklima med akseptabel innendørs luftkvalitet (IAQ) – luft uten kjente forurensninger i skadelige konsentrasjoner som fastsatt av kompetente myndigheter, og som en betydelig majoritet (80 % eller mer) av de utsatte personene ikke uttrykker misnøye med.

De gir flere viktige fordeler:

- **Temperaturregulering:** De regulerer temperaturen etter beboernes preferanser, slik at du verken blir for kald eller for varm.
- **Forbedret luftkvalitet:** HVAC-systemer filtrerer bort forurensende stoffer, allergener og støv, noe som reduserer risikoen for luftveisproblemer og allergier.
- **Fuktighetskontroll:** De bidrar til å opprettholde optimale fuktighetsnivåer, forhindrer mugg- og soppvekst og sikrer et behagelig innneklima.
- **Energieffektivitet:** Moderne HVAC-systemer er designet for å være energieffektive, slik at du sparer på strømkosten.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

- **Komfort og produktivitet:** Et behagelig inneklima kan forbedre humøret, produktiviteten og den generelle trivselen betydelig.

I hovedsak **skaper HVAC-systemer et sunnere og mer behagelig oppholds-** eller arbeidsmiljø, noe som bidrar til en bedre livskvalitet.

5.1.2. Luftforurensninger

Inneklima er en avgjørende faktor for et sunt inneklima, siden vi tilbringer en betydelig del av tiden vår innendørs. Det sies at vi tilbringer rundt 90 % av livet vårt innendørs.

Hvordan har vi havnet her? For det første foregår de fleste av våre moderne jobber innendørs og er datarelaterte. For det andre **har vi gjort bygningene våre lufttette** for å spare energi, men vi har neglisjert IAQ i mange år. Vi erstattet alle naturlige byggekomponenter i moderne bygninger med store mengder **syntetiske materialer**, og senere oppdaget vi at mange av disse **«lekker» store mengder kjemiske forurensninger ut i luften**. Noen av disse er klassifisert som kreftfremkallende for mennesker av IARC – Det internasjonale kreftforskningssenteret.

Dårlig luftkvalitet innendørs kan ha negative effekter på helsen, produktiviteten og det generelle velværet vårt. **Luftforurensende stoffer** er en av de viktigste årsakene til dårlig luftkvalitet innendørs (se figur 1), og denne veiledningen har som mål å gi deg en omfattende forståelse av typer luftforurensende stoffer, deres kilder og deres effekter på menneskers helse [1].



Figur 1. Vanlige luftforurensende stoffer i innemiljøet

Gjennom denne læringsaktiviteten vil du lære om de forskjellige typene innendørs luftforurensende stoffer, inkludert flyktige organiske forbindelser (VOC), partikler og biologiske forurensende stoffer. Du vil også lære om kildene til disse forurensende stoffene og hvordan de kan komme inn i vårt innendørsmiljø, strategier for å redusere eksponering og forbedre innendørs luftkvalitet [2].

Ved slutten av denne opplæringen vil du ha en dypere forståelse av de potensielle helseeffektene av eksponering for luftforurensende stoffer innendørs og praktiske strategier for å forbedre inneklimaet og skape et sunnere inneklima for deg selv og de rundt deg.

Luftforurensende stoffer er stoffer som finnes i luften og som kan være skadelige for menneskers helse eller miljøet. I sammenheng med IAQ refererer luftforurensende stoffer til forurensende stoffer som finnes innendørs, for eksempel i boliger, skoler og

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

på arbeidsplasser. Disse forurensende stoffene kan ha skadelige effekter på menneskers helse, spesielt siden mennesker tilbringer mye tid innendørs [3].

Det finnes flere typer luftforurensende stoffer, og de kan klassifiseres ut fra kilde og kjemisk sammensetning:

1. **Flyktige organiske forbindelser (VOC):** Dette er kjemikalier som kan avgis fra byggematerialer, rengjøringsprodukter og andre forbrukerprodukter. Noen vanlige VOC-er er formaldehyd, benzen og toluen.
2. **Formaldehyd:** Dette er en vanlig VOC som finnes i mange byggematerialer, møbler og husholdnings- og skjønnhetsprodukter.
3. **Partikler:** Dette refererer til små partikler som finnes i luften, for eksempel støv, pollen og muggsporer.
4. **Partikler fra matlaging:** Røyk og partikler kan dannes ved matlaging og forringe luftkvaliteten innendørs.
5. **Karbonmonoksid:** Dette er en gass som dannes ved forbrenning, for eksempel fra gasskomfyrer og ovner, og kan være dødelig i høye konsentrasjoner.
6. **Nitrogendioksid:** Dette er en gass som kan dannes ved bruk av gassovner og andre forbrenningskilder, og som kan forårsake luftveisproblemer.
7. **Radon:** Dette er en naturlig forekommende radioaktiv gass som kan sive inn i bygninger fra bakken og forårsake lungekreft.
8. **Biologiske forurensninger:** Disse inkluderer mugg, bakterier, støvmidd og virus, som kan forårsake en rekke helseproblemer, spesielt for personer med allergi eller astma.
9. **Asbest:** Dette er en mineralfiber som ble mye brukt i byggematerialer før helserisikoen ble kjent. Eksponering for asbest kan forårsake lungekreft og mesotheliom.
10. **Bly:** Dette er et tungmetall som finnes i noen byggematerialer og kan forårsake utviklingsproblemer hos barn og andre helseproblemer hos voksne.
11. **Ozon:** Dette er en gass som kan produseres av noen luftrensere og kan forårsake luftveisproblemer.
12. **Pesticider:** Dette er kjemikalier som brukes til å drepe skadedyr, men de kan også være skadelige for menneskers helse.
13. **Passiv røyking:** Dette er røyk som pustes ut av røykere eller avgis fra brennende tobakksprodukter.
14. **Flammehemmere:** Disse kjemikaliene tilsettes møbler og elektronikk for å redusere brannfaren, men kan også være skadelige for menneskers helse.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

Det er viktig å merke seg at dette ikke er en uttømmende liste over alle mulige innendørs luftforurensende stoffer, men dette er noen av de vanligste.

5.1.3. Strategier for å forbedre innendørs luftkvalitet

Det finnes flere strategier som kan brukes for å forbedre luftkvaliteten innendørs.

Disse tiltakene, som er oppført i rekkefølge etter effektivitet, kan forbedre luftkvaliteten i rommet ditt betydelig.

1. **Regelmessig rengjøring:** Regelmessig rengjøring av innendørsmiljøet kan bidra til å fjerne støv, mugg og andre allergener som kan bidra til dårlig luftkvalitet innendørs. Dette inkluderer støvsuging av tepper og møbler, støvtørking av overflater og vask av sengetøy og gardiner.
2. **Minimere bruken av produkter som avgir forurensende stoffer:** Mange husholdningsprodukter, som rengjøringsmidler, maling og løsemidler, kan avgir forurensende stoffer til luften. For å minimere eksponeringen er det viktig å velge produkter med lavt innhold av VOC eller som er merket som «grønne» eller «miljøvennlige». Det er også viktig å bruke disse produktene i godt ventilerte områder og å avhende dem på riktig måte. Å velge trygge og miljøvennlige produkter kan bidra til å minimere eksponeringen for forurensende stoffer.
3. **Legge til planter:** Visse typer planter kan bidra til å forbedre luftkvaliteten innendørs ved å absorbere forurensende stoffer og frigjøre oksygen. Eksempler på dette er edderkoppplante, fredslilje og engelsk eføy.
4. **Bruk luftrensere:** Luftrensere kan bidra til å fjerne forurensende stoffer fra luften, for eksempel støv, allergener og flyktige organiske forbindelser (VOC). Det finnes ulike typer luftrensere, for eksempel HEPA-filtre, aktivt kullfiltre og ionisatorer.
5. **Unngå røyking innendørs:** Tobakksrøyk er en viktig innendørs luftforurensning og kan føre til luftveisproblemer, allergier og andre helseproblemer. Det er viktig å unngå røyking innendørs og oppmuntre andre til å gjøre det samme.
6. **Øk ventilasjonen:** En av de mest effektive måtene å forbedre luftkvaliteten innendørs på er å øke mengden uteluft som kommer inn i bygningen. Dette kan gjøres ved å åpne vinduer og dører, bruke avtrekksvifter og sørge for at ventilasjonsanlegget fungerer som det skal.

Det viktigste av alt, og det som har størst innvirkning, er å øke ventilasjonen. Reduksjon av utslippsmaterialer, regelmessig rengjøring og planter har liten innvirkning på IAQ. Luftrensere er kun effektive hvis de er riktig dimensjonert, men husk at luftrensere resirkulerer inneluften og kun har effekt på spesifikke forurensende stoffer som støv, allergener og VOC, så de vil ikke være nyttige for de fleste forurensende stoffene som finnes.

5.2 – Energivektorer brukt i HVAC-systemer

5.2.1. Typer energivektorer

Energivektorer er mediumene som energi overføres gjennom i et HVAC-system [4]. Disse vektorene kan klassifiseres i to hovedkategorier:

1. Termiske energivektorer:

- **Luft:** Det vanligste mediet for både oppvarming og kjøling. Luft blir oppvarmet eller avkjølt og deretter sirkulert gjennom rommet.
- **Vann:** Brukes i vannbaserte systemer, hvor vann oppvarmes eller avkjøles og deretter sirkuleres gjennom rør for å varme opp eller avkjøle rom.
- **Damp:** Damp er et annet vannbasert medium og brukes hovedsakelig til oppvarming.
- **Kjølemiddel:** Brukes i kjølesykluser for å trekke varme ut av rommet og overføre den til et høyere temperaturnivå.

2. Elektriske energivektorer:

- **Elektrisitet:** Driver vifter, pumper, kompressorer og andre komponenter i HVAC-systemer.

Ytterligere hensyn:

- **Kombinert varme og kraft (CHP):** Noen HVAC-systemer kan benytte CHP, hvor samme brenselkilde brukes til å generere både elektrisitet og varme, noe som forbedrer den totale energieffektiviteten.
- **Fornybare energikilder:** Sol-, vind- og geotermisk energi kan også brukes til å drive eller supplere HVAC-systemer, noe som reduserer avhengigheten av tradisjonelle energikilder.

5.2.2. Fordeler og ulemper ved ulike energivektorer i HVAC-systemer

Luft er en allsidig og lett tilgjengelig energivektor for HVAC-systemer. Evnen til både å varme opp og kjøle ned rom gjør det til et fleksibelt valg for ulike bruksområder. I tillegg er luft relativt billig og enkelt å installere, noe som gjør det til et kostnadseffektivt alternativ for mange HVAC-prosjekter. Den gode varmeledningsevnen sikrer effektiv varmeoverføring, noe som gir effektiv oppvarming og kjøling.

Luftbaserte HVAC-systemer er allsidige, men har også flere ulemper. Ineffektivitet på grunn av faktorer som luftlekkasje og infiltrasjon kan redusere energieffektiviteten. Støy fra høyhastighetsvifter kan være forstyrrende. Luftkvaliteten kan bli redusert hvis allergener og forurensende stoffer ikke filtreres tilstrekkelig. I tillegg kan det begrensede temperaturområdet gjøre luftbaserte systemer mindre egnet for bruksområder som krever ekstreme temperaturer.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

Selv om luft har flere fordeler som energivektor i HVAC-systemer, er det viktig å vurdere de potensielle ulempene og veie dem opp mot de spesifikke behovene og kravene til bruksområdet.

Vannbaserte HVAC-systemer har flere fordeler. Effektiviteten gjør det mulig å overføre store mengder varme med minimalt energitap. De er generelt mer stillegående enn luftbaserte systemer, noe som reduserer støyforurensningen. Vann kan brukes både til oppvarming og kjøling, samt til varmt vann til husholdningen eller strålevarme. I tillegg gir vannbaserte systemer presis temperaturregulering, noe som sikrer optimale komfortnivåer.

Selv om vannbaserte HVAC-systemer har mange fordeler, har de også noen ulemper. Startkostnadene for rør og utstyr kan være høyere sammenlignet med luftbaserte systemer. Vedlikeholdet kan være mer komplisert på grunn av det omfattende rørnettet og pumpene. I kalde klimaer må man ta hensyn til frost ved hjelp av frostvæske eller frostbeskyttende tiltak. Til slutt kan vannbaserte systemer være mindre fleksible ved ettermontering i eksisterende bygninger, da det kan kreve betydelige endringer i konstruksjonen.

Dampbaserte HVAC-systemer har flere fordeler. Deres høye varmekapasitet gir rask varmetilførsel, noe som gjør dem ideelle for store kommersielle eller industrielle bygninger. Damp kan også brukes til andre industrielle prosesser, noe som øker allsidigheten. I tillegg er dampsystemer godt egnet for effektiv oppvarming av store rom.

Dampbaserte HVAC-systemer er effektive for oppvarming, men har flere ulemper. Det er sikkerhetsrisikoer knyttet til de høye temperaturene og trykkene, som krever forsiktig håndtering. Startkostnadene for kjeler og rør kan være betydelige. Vedlikeholdet er komplisert og krever spesialkunnskap og spesialutstyr. Til slutt er dampsystemer ikke egnet for kjøling, noe som begrenser deres allsidighet.

Kjølemediebaserte HVAC-systemer har flere fordeler. Deres effektive kjøling gjør dem ideelle for kjøleapplikasjoner. Kjølemedier kan også oppnå svært lave temperaturer, noe som gjør dem egnet for ulike industrielle prosesser. I tillegg er kjølemediebaserte systemer generelt mer stillegående enn luftbaserte systemer, noe som reduserer støyforurensningen.

Kjølemediebaserte HVAC-systemer er effektive for kjøling, men har flere ulemper. Miljøhensyn oppstår på grunn av mange kjølemediers innvirkning på miljøet, noe som fører til reguleringer. Vedlikehold krever spesialkunnskap og utstyr for sikker håndtering av kjølemedier. Startkostnadene kan være høye på grunn av spesialutstyr og installasjonskrav. Til slutt brukes kjølemediebaserte systemer primært til kjøling, med begrensede oppvarmingsmuligheter.

Elektrisitetsbaserte HVAC-systemer har flere fordeler. Fleksibiliteten gjør at de kan drives av en rekke forskjellige komponenter, noe som gjør dem tilpasningsdyktige til ulike systemkonfigurasjoner. Når elektrisitet kombineres med andre energibesparende

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

teknologier, kan den være svært effektiv. I tillegg gir elektrisitetsbaserte systemer presis kontroll over HVAC-driften, noe som sikrer optimal ytelse og komfort.

Elektrisitetsbaserte HVAC-systemer har mange fordeler, men også noen ulemper. Kostnadene kan være betydelige, spesielt i regioner med høye strømpriser. Påliteligheten kan påvirkes av strømbrudd eller svingninger. I tillegg kan elektrisitetsproduksjon fra fossile brensler bidra til miljøproblemer som klimagassutslipp.

Den beste energivektoren for et bestemt HVAC-system avhenger av ulike faktorer, blant annet bygningens størrelse, beliggenhet, klima og ønsket komfortnivå.

5.2.3. Anvendelser av ulike energivektorer i HVAC-systemer

Som tidligere nevnt, kan mange energivektorer tilpasses en lang rekke bruksområder [5]. Disse allsidige mediene kan brukes effektivt i bolig-, nærings- og industrimiljøer, noe som viser deres brede anvendelighet. Følgende eksempler illustrerer deres allsidighet i ulike sammenhenger.

Luft: Vanlig brukt i alle tre sektorer. Boligapplikasjoner inkluderer sentral klimaanlegg, varmluftsvarmesystemer og varmepumper. Kommersielle applikasjoner involverer ofte VRF-systemer, takaggregater og viftekonvektorer. Industrielle applikasjoner kan benytte store ventilasjonssystemer og støvoppsamlingssystemer.

Vann: Brukes ofte i bolig- og næringsbygg. Boligbruk omfatter strålevarme og vannbårne systemer. Næringsbruk omfatter ofte kjeleanlegg og kjølevannssystemer. Industriell bruk kan omfatte prosessoppvarming og kjølesystemer.

Damp: Brukes hovedsakelig i industrielle og kommersielle miljøer. Industrielle bruksområder inkluderer dampturbiner for kraftproduksjon og prosessoppvarming. Kommersielle bruksområder kan omfatte dampvarmesystemer for store bygninger.

Kjølemiddel: Brukes hovedsakelig i kommersielle og industrielle omgivelser. Kommersielle bruksområder inkluderer kjølesystemer i supermarkeder og ismaskiner. Industrielle bruksområder kan omfatte prosesskjølingssystemer og fryselager.

Elektrisitet: Brukes i alle tre sektorer. Boligbruk omfatter elektriske gulvvarmeelementer, varmepumper og elektrisk klimaanlegg. Kommersiell bruk omfatter ofte elektriske kjøleaggregater og viftekonvektorer. Industriell bruk kan omfatte elektriske varmeelementer og prosesskjølingssystemer.

Disse eksemplene viser allsidigheten til forskjellige energivektorer i HVAC-systemer, som gjør det mulig å skreddersy løsninger for å møte de spesifikke behovene til ulike bruksområder. Ved å forstå de forskjellige energivektorene som brukes i HVAC-systemer, er det mulig å optimalisere energieffektiviteten og velge det mest passende systemet for et gitt bruksområde.

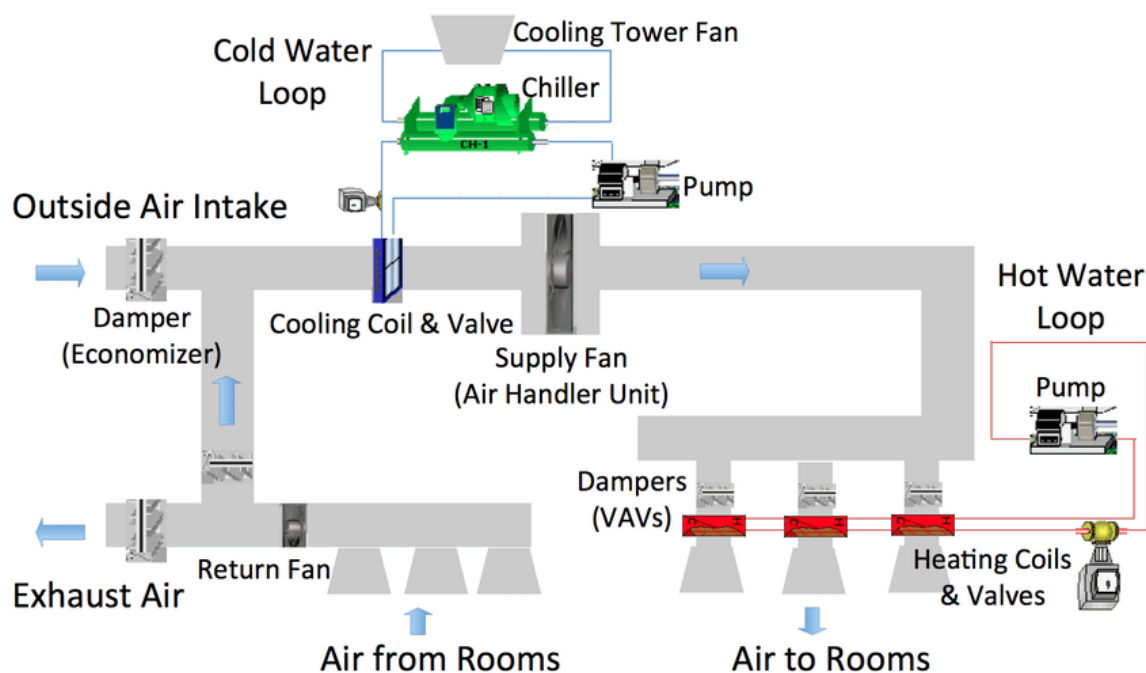
5.3– Grunnleggende om HVAC-systemer: komponenter, funksjoner og samspill

HVAC-systemer er designet for å opprettholde et behagelig inneklima ved å kontrollere temperatur, fuktighet og luftkvalitet. Disse systemene består vanligvis av flere viktige komponenter som samarbeider for å oppnå disse målene

5.3.1. Komponenter i HVAC-systemer

Viktige komponenter i et HVAC-system inkluderer:

- a) varmekilde;
- b) kjøleelement
- c) luftbehandler;
- d) fukter og/eller avfukter;
- e) vifter;
- f) kanaler;
- g) spjeld;
- h) ventiler;
- i) termostat.



Figur 2. Komponenter i et HVAC-system

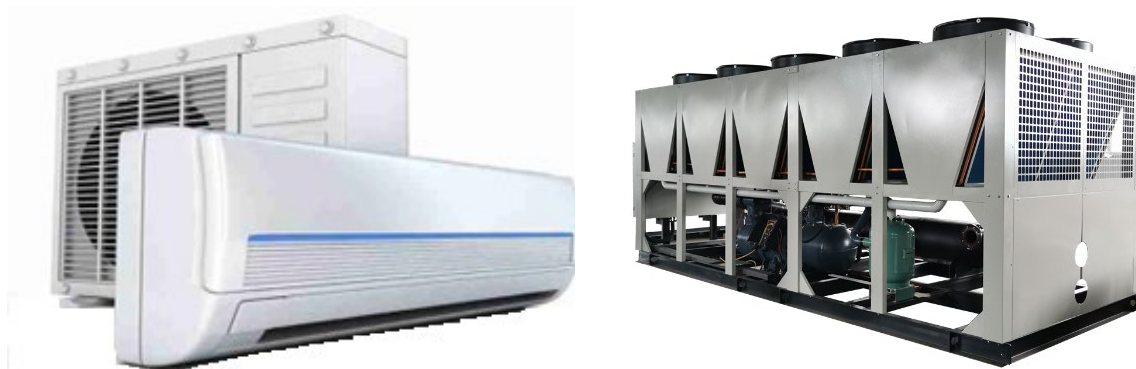
Disse sammenkoblede elementene samarbeider for å regulere temperatur, fuktighet og luftkvalitet i innendørs rom [6].

a) En vanlig **varmekilde** i bolig- og næringsbygg er **ovner** som bruker fossilt brensel som naturgass, propan eller olje til å generere varme. Denne varmen overføres deretter til luften som sirkulerer gjennom HVAC-systemet og gir varme til innendørsarealene. **Kjeler**, som ofte brukes i større nærings- og industribygg, varmer

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

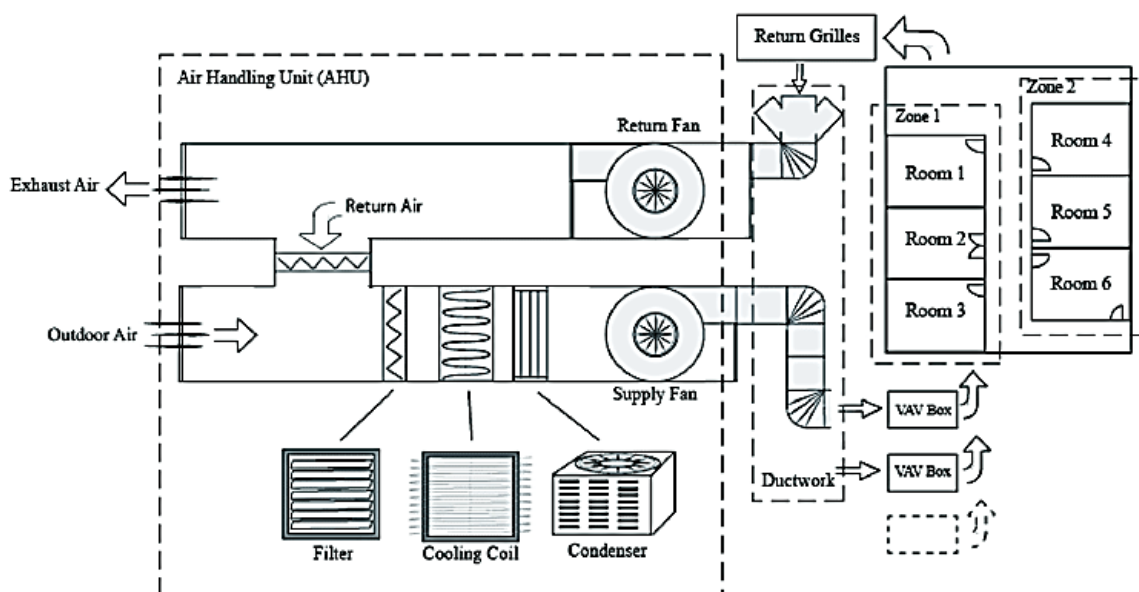
opp vann eller damp, som deretter sirkuleres gjennom et rørsystem for å gi varme til ulike områder av bygningen. En annen populær varmekilde, **varmepumper**, tilbyr både oppvarming og kjøling av rom. Disse energieffektive enhetene overfører varme fra en varmere kilde, for eksempel uteluften eller bakken, til en kaldere kilde, for eksempel inneluften.

b) HVAC-systemer bruker ulike **kjølekilder** for å senke innetemperaturen. **Klimaanlegg**, som ofte finnes i bolig- og næringsbygg, trekker varme ut av innemiljøet og fører den ut i luften. **Kjøleaggregater**, som ofte brukes i større nærings- og industribygg, kjøler vann eller kjølemiddel, som deretter sirkuleres gjennom HVAC-systemet for å redusere innetemperaturen.



Figur 3. Kjølekilder: Klimaanlegg (til venstre); Kjøleaggregat (til høyre)

c) **Luftbehandlingsenheten (AHU)** er en viktig komponent i HVAC-systemer som sirkulerer luft gjennom hele bygningen. Den inneholder vanligvis en kraftig vifte, et filter for å fjerne forurensninger og spoler for oppvarming eller kjøling av luften, noe som sikrer et behagelig og sunt inneklima [7].



Figur 4. Luftbehandlingsenhet (AHU) [7]

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

For å illustrere hvordan luftbehandlingsenheten fungerer, kan vi ta et eksempel på en huseier som stiller termostaten på 26 °C. Når innetemperaturen stiger over dette innstilte punktet, registrerer termostaten avviket og sender et signal til HVAC-systemet. Som respons starter luftbehandlingsenheten, en sentral komponent i systemet, driften.

Viften i luftbehandlingsenheten begynner å rotere og trekker luft fra et innendørs rom. Når luften passerer gjennom luftbehandlingsenheten, blir den filtrert for å fjerne forurensninger som støv, pollen og allergener, noe som forbedrer luftkvaliteten innendørs. Deretter aktiveres kjøleelementet i luftbehandlingsenheten, som effektivt kjøler innkommende luft til ønsket temperatur.

Den avkjølte luften blir deretter ført gjennom kanaler og ventiler i hele huset, og reduserer gradvis innetemperaturen. Termostaten overvåker kontinuerlig inn klimaet og sørger for at temperaturen holdes på ønsket nivå. Når ønsket temperatur er nådd, slås luftbehandleren og kjøleelementet automatisk av for å spare energi.

I dette eksemplet spiller luftbehandleren en avgjørende rolle i kjølingen av boligen ved å trekke inn luft, filtrere den, kjøle den ned og fordele den i hele rommet.

d) **Luftfuktere og avfuktere** er også viktige komponenter i HVAC-systemer som hjelper til med å regulere fuktighetsnivået innendørs. Disse enhetene spiller en avgjørende rolle i å opprettholde et behagelig og sunt miljø ved å forhindre problemer som tørr hud, luftveisproblemer og muggvekst.

Luftfuktere tilfører fuktighet til luften. De brukes ofte i tørre klimaer eller i vintermånedene når inneluften kan bli svært tørr på grunn av oppvarmingssystemer. Ved å øke luftfuktigheten kan luftfuktere bidra til å lindre tørr hud, nesetetthet og statisk elektrisitet.

Avfuktere fjerner fuktighet fra luften. De brukes ofte i fuktige klimaer eller i sommermånedene når høy luftfuktighet kan føre til muggvekst, mugg og muggen lukt. Ved å redusere luftfuktigheten kan avfuktere bidra til å forhindre disse problemene og skape et mer behagelig miljø.

Både luftfuktere og luftavfuktere fungerer vanligvis ved å bruke en vifte til å trekke luft inn i enheten. Luften passerer deretter over et filter eller en annen komponent som enten tilsetter eller fjerner fuktighet. Den behandlede luften slippes deretter tilbake ut i rommet.

Ved å bruke luftfuktere og luftavfuktere effektivt kan du opprettholde optimale fuktighetsnivåer i innendørsrom, og skape et sunnere og mer behagelig miljø.

e) **Vifter** er enheter som skaper luftstrøm ved å rotere vinger. De brukes i en rekke applikasjoner i HVAC-systemer og er avgjørende for sirkulasjon, ventilasjon, varmeoverføring og fuktighetskontroll.

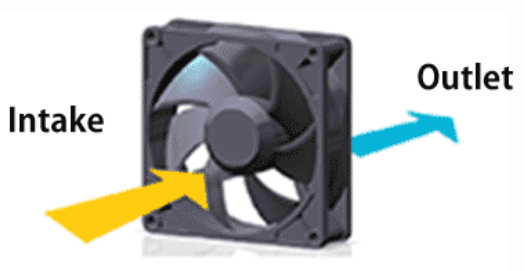
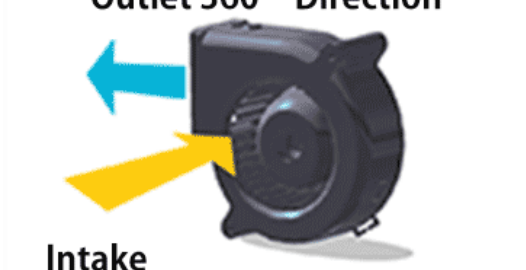
Effektive HVAC-systemer og energivektorer

Vifter fordeler kondisjonert luft i hele bygningen og sikrer jevn oppvarming eller kjøling i alle områder. I varmesystemer hjelper vifter med å transportere varm luft fra ovnen til rommene. I kjølesystemer trekker de inn varm luft for å kjøle den ned og deretter distribuere den kjølige luften.

Vifter bidrar til å utskifte inneluften med uteluft, noe som forbedrer luftkvaliteten og forhindrer opphopning av forurensende stoffer. Vifter kan også bidra til å redusere fuktigheten ved å flytte luft og forhindre at fuktighet akkumuleres.

Det finnes forskjellige typer vifter, blant annet aksialvifter, sentrifugalvifter og blåsevifter (se tabell 1). Hvilken type vifte som brukes, avhenger av den spesifikke bruksområdet og de nødvendige luftstrømningsegenskapene. Vifter er i hovedsak hjertet i HVAC-systemer og sørger for at kondisjonert luft leveres effektivt dit den trengs.

Tabell 1 – Typer vifter

Viftetype	Utvendig	Konstruksjon
Aksial		
Sentrifugal		
Vifte		

f) **Kanaler** er en viktig komponent i HVAC-systemer, og er ansvarlig for å distribuere kondisjonert luft (oppvarmet eller avkjølt) gjennom en bygning. Som vist i figur 5, danner kanalene et nettverk som kobler luftbehandleren til forskjellige rom og områder.

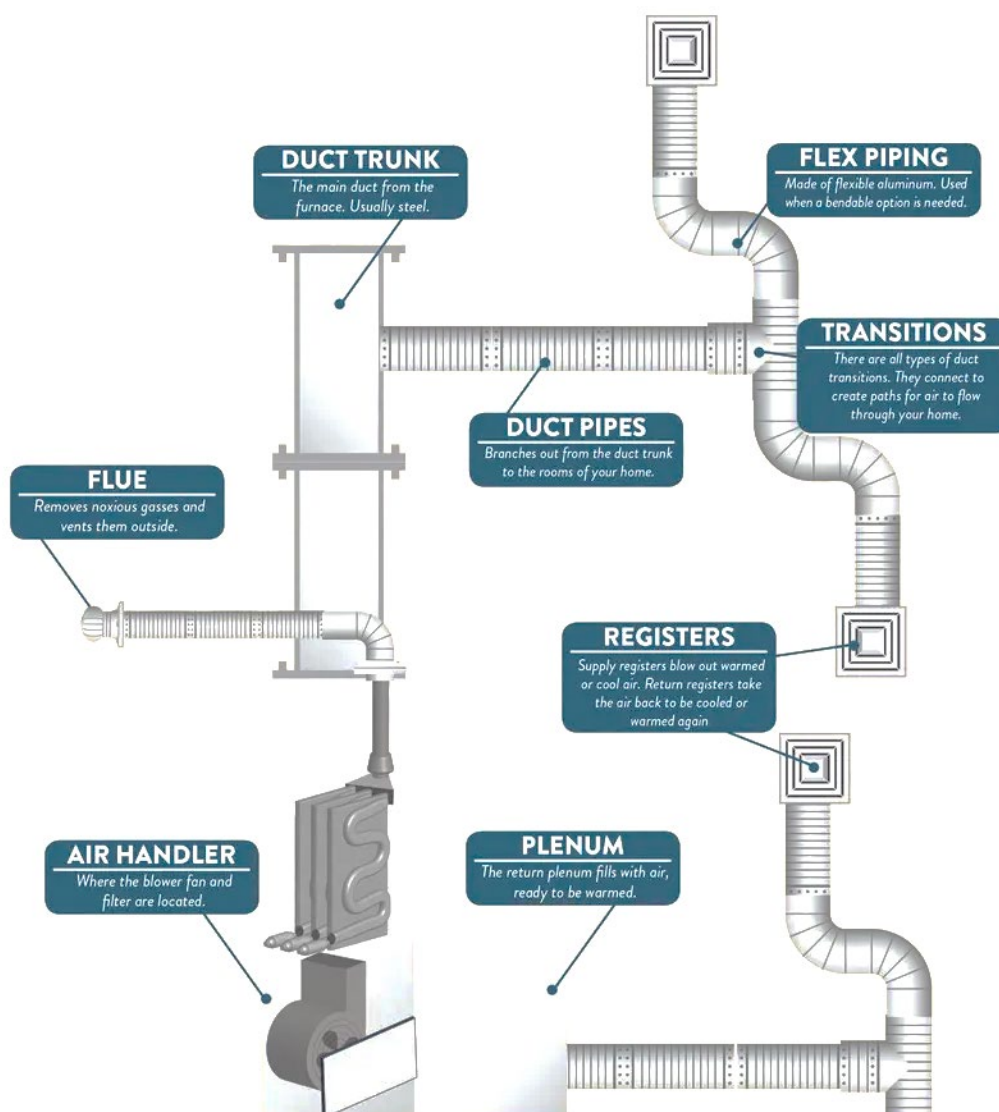


Figur 5. Nettverk av kanaler [8]

Kanaler fungerer etter et enkelt prinsipp: HVAC-enheten, som vanligvis er plassert i en kjeller, på loftet, i et vaskerom eller utenfor, varmer opp eller kjøler ned luft ved hjelp av en varme- eller kjølekilde. Denne kondisjonerte luften blir deretter presset inn i et nettverk av forsyningskanaler. Disse kanalene er vanligvis laget av metall eller fleksible materialer. Forsyningskanalene forgrener seg og fører den kondisjonerte luften til forskjellige rom i bygningen. Denne luften blir utstøtt gjennom ventiler eller register. Når den kondisjonerte luften varmer opp eller kjøler ned innendørsrommene, blir den mindre effektiv. Denne brukte luften suges tilbake inn i HVAC-enheten gjennom returkanaler. Returluften passerer gjennom et filter for å fjerne støv, pollen og andre forurensninger. Den resirkuleres deretter gjennom systemet, og prosessen gjentas.

Det finnes to hovedtyper av kanaler: stive og fleksible. De stive kanalene (sirkulære eller rektangulære) er konstruert av metallplater, er holdbare og gir effektiv luftstrøm. De fleksible kanalene (sirkulære), som er laget av fleksibelt materiale, er enklere å installere, men kan ha litt lavere effektivitet.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer



Figur 6. Elementer i kanalnettet [9]

Effektiv drift av HVAC-systemer avhenger av godt utformede og installerte kanaler. Lekkasjeer eller dårlig isolerte kanaler kan redusere energieffektiviteten og øke kostnadene. Isolering av kanaler bidrar til å forhindre varmetap eller -tilførsel, og forbedrer dermed energieffektiviteten. Tett isolerte kanaler forhindrer luftlekkasjer og infiltrasjon av forurensende stoffer fra utendørs, og forbedrer dermed luftkvaliteten innendørs. Kanaler sikrer at kondisjonert luft når alle områder av bygningen, og gir jevn komfort.

Regelmessig vedlikehold av kanaler er avgjørende for optimal ytelse og energieffektivitet. Inspeksjoner kan avdekke lekkasjer, blokkeringer eller andre problemer som kan påvirke luftstrømmen. Rengjøring fjerner støv, smuss og forurensninger som kan redusere effektiviteten. Tetting av lekkasjer bidrar til å forhindre energitap og reduserer strømregningen.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

Ved å forstå kanalens rolle i HVAC-systemer og sikre riktig vedlikehold, kan bygningseiere og beboere nyte optimal komfort og energieffektivitet.

g) **Spjeld** er mekaniske enheter som brukes i HVAC-systemer for å effektivt styre luftstrømmen. Disse komponentene spiller en avgjørende rolle for å opprettholde optimale inneklimaforhold. Ved å regulere luftmengden som passerer gjennom ulike kanaler og ventiler, gir spjeld mulighet for presis kontroll over fordelingen av klimatisert luft i hele bygningen. Dette sikrer at ulike områder får riktig mengde oppvarming eller kjøling, noe som fører til økt komfort og energieffektivitet.



Figur 7. Ulike spjeld avhengig av kanaltype

Spjeld finnes i forskjellige typer for å dekke ulike behov: manuelle spjeld – justeres manuelt for hånd eller med et verktøy; motoriserte spjeld – styres av elektriske motorer og kan automatiseres for fjernbetjening; og pneumatiske spjeld – aktiveres av trykkluft, noe som gir presis og responsiv kontroll.

Spjeld har en rekke funksjoner for å sikre optimal innek komfort og effektivitet. Deres viktigste oppgaver er:

- ✓ Balansere luftstrømmen: Spjeld fordeler kondisjonert luft jevnt i hele bygningen og forhindrer varme eller kalde områder.
- ✓ Temperaturkontroll: Ved å regulere luftmengden som passerer gjennom varme- eller kjølecoilene, opprettholder spjeld de ønskede temperaturnivåene.
- ✓ Forebygging av tilbakeslag: Spjeld hindrer luft i å strømme tilbake inn i systemet, noe som sikrer effektiv drift og forhindrer at forurensende stoffer kommer inn.
- ✓ Energieffektivitet: Spjeld bidrar til å optimalisere energiforbruket ved å minimere luftlekkasje og balansere luftstrømmen, noe som reduserer det totale energibehovet.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

- ✓ Inneklima: Ved å kontrollere ventilasjonshastigheten bidrar spjeld til å opprettholde et sunt inneklima ved å fjerne forurensende stoffer og tilføre frisk luft.

Her er et eksempel på hvordan spjeld fungerer: Tenk deg et stort næringsbygg med flere etasjer og soner. Hver sone har sin egen termostat for å kontrollere temperaturen i det området. For å sikre at riktig mengde luft tilføres hver sone, er det installert spjeld i kanalsystemet.

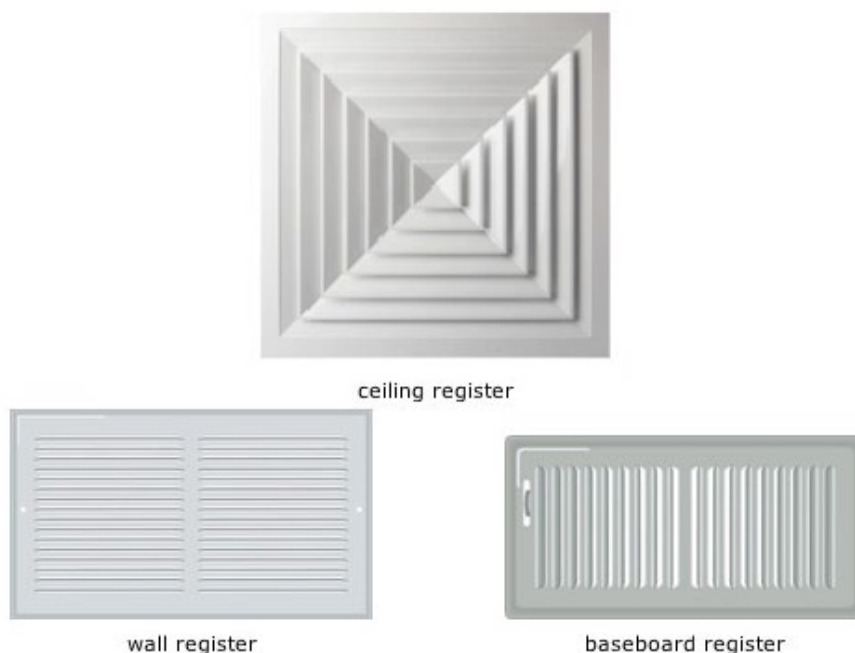
- Hvis en sone trenger mer varme eller kjøling, vil termostaten signalere til HVAC-systemet om å øke luftstrømmen til det området. Spjeldet som kontrollerer luftstrømmen til den sonen, vil åpne seg og slippe inn mer luft.
- Hvis en sone trenger mindre varme eller kjøling, vil termostaten signalere til HVAC-systemet om å redusere luftstrømmen til det området. Spjeldet som kontrollerer luftstrømmen til den sonen vil lukkes, og begrense mengden luft som kan passere gjennom.

Ved å justere posisjonen til disse spjeldene kan HVAC-systemer effektivt kontrollere temperaturen og luftstrømmen i forskjellige områder av en bygning, noe som sikrer optimal komfort og energieffektivitet.

h) **Registre** er åpninger i vegger eller tak som gir en vei for kondisjonert luft fra kanalsystemet til rommene.

De er vanligvis utstyrt med gitter eller lameller som kan justeres for å kontrollere luftstrømmen. Ved å justere gitteret eller lamellene kan du kontrollere mengden luft som strømmer inn i et rom. Dette gjør at du kan tilpasse temperaturen og luftstrømmen i forskjellige områder av hjemmet eller bygningen. Registre bidrar til å sikre jevn fordeling av kondisjonert luft i hele bygningen, og forhindrer varme eller kalde områder.

Det finnes mange forskjellige typer ventiler, avhengig av hvor de er plassert i bygningen (se figur 8). Veggventiler er vanligvis plassert på veggene i et rom og kan være rektangulære eller sirkulære. Takventiler er plassert i taket og brukes ofte i rom med høye tak. Gulvventiler er mindre vanlige, men finnes i noen eldre bygninger.



Figur 8. Typer av ventiler [10]

i) **Termostaten** er den sentrale kontrollenheten som regulerer driften av HVAC-systemet. Den fungerer som en temperaturfølsom bryter som slår systemet på eller av for å opprettholde ønsket temperatur. Termostaten er utstyrt med en temperatursensor, vanligvis en termistor. Denne sensoren overvåker kontinuerlig omgivelsestemperaturen i rommet. Termostaten sammenligner den målte temperaturen med ønsket temperatur som er angitt av brukeren. Basert på denne sammenligningen sender termostaten signaler til HVAC-systemet. Når termostaten for eksempel registrerer et temperaturfall, aktiverer den varmekilden. Varmekilden varmer luften, som deretter sirkuleres gjennom luftbehandleren og kanalene til innendørsområdet. Luftbehandleren kan også inneholde et filter for å fjerne forurensninger fra luften før den distribueres.

På samme måte aktiverer termostaten kjøleelementet når den registrerer en temperaturøkning. Kjøleelementet fjerner varme fra luften, som deretter sirkuleres gjennom luftbehandlingsenheten og kanalene til innendørsområdet. Luftfuktere og avfuktere brukes til å regulere fuktighetsnivået, noe som sikrer optimal komfort og forhindrer potensielle helseproblemer.

5.3.2. Funksjoner i HVAC-systemer

HVAC-systemer utfører følgende primære funksjoner:

1. **Oppvarming:** De varmer opp innendørsrom til en behagelig temperatur ved hjelp av ulike metoder som ovner, varmepumper, kjeler eller elektriske varmeovner.
2. **Kjøling:** De kjøler opp innendørsrom til en behagelig temperatur, vanligvis ved hjelp av klimaanlegg som fjerner varme og fuktighet.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

3. **Ventilasjon:** De utveksler inneluft med uteluft for å opprettholde tilstrekkelig luftkvalitet og forhindre opphopning av forurensende stoffer og gammel luft.
4. **Fuktighetsregulering:** De regulerer fuktighetsnivået i innendørsrom og forhindrer overdreven tørrhet eller fuktighet som kan føre til ubehag eller helseproblemer.
5. **Luftfiltrering:** De filtrerer bort luftbårne forurensninger som støv, pollen og allergener for å forbedre luftkvaliteten innendørs.

HVAC-systemer er ansvarlige for å skape et behagelig, sunt og effektivt inneklima ved å kontrollere temperatur, fuktighet og luftkvalitet.

Følgende video er tilgjengelig for å gi en bedre forståelse av hvordan HVAC-systemer fungerer.

5.3.3. Samspill mellom komponenter i HVAC-systemer

HVAC-systemer er komplekse nettverk av sammenkoblede komponenter som samarbeider for å regulere innetemperatur, fuktighet og luftkvalitet [5,6]. Samspillet mellom disse komponentene er avgjørende for at systemet skal fungere effektivt.

1. **Termostat og regulator:** Termostaten måler innetemperaturen og sender et signal til regulatoren. Basert på temperaturmålingen aktiverer regulatoren det aktuelle varme- eller kjøleutstyret.
2. **Oppvarmings- og kjøleutstyr:** Oppvarmingsutstyr (f.eks. ovner, kjeler) omdanner brensel til varme, mens kjøleutstyr (f.eks. klimaanlegg, kjølere) fjerner varme fra inneluften. Vifter i både oppvarmings- og kjøleutstyr sirkulerer den kondisjonerte luften gjennom hele bygningen.
3. **Kanalsystem:** Kanaler transporterer kondisjonert luft fra oppvarmings- eller kjøleutstyret til de ulike rommene i bygningen. Spjeld i kanalsystemet regulerer mengden luft som strømmer til de ulike områdene.
4. **Register** er åpninger i vegger eller tak som lar kondisjonert luft komme inn i rommene. Register kan justeres for å regulere mengden luft som tilføres de enkelte rommene.
5. **Filtre** fjerner forurensninger fra luften, for eksempel støv, pollen og allergener. Filtre beskytter også varme- og kjøleutstyret mot skader forårsaket av forurensninger.
6. **Sensorer** overvåker ulike forhold i HVAC-systemet, for eksempel temperatur, fuktighet og luftstrøm. Dataene som samles inn av sensorene brukes av kontrolleren til å justere systemets drift etter behov.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

HVAC-systemer inkluderer ofte ventilasjonskomponenter som utveksler inneluft med uteluft, noe som forbedrer luftkvaliteten og fjerner fuktighet. Avfuktere eller luftfuktere kan brukes til å regulere fuktighetsnivået innendørs.

HVAC-systemer kan integreres med bygningsautomatiseringssystemer for å optimalisere energiforbruket.

Disse komponentene og funksjonene samarbeider på en koordinert måte for å skape et behagelig og sunt inneklima. Den spesifikke konfigurasjonen av et HVAC-system vil variere avhengig av bygningens størrelse, beliggenhet og ønsket komfortnivå.

5.4 – Beregning og tolkning av energieffektivitetsmålinger

Ved evaluering av energieffektiviteten til HVAC-systemer brukes vanligvis tre primære måleparametere: Energieffektivitetsforhold (EER), ytelseskoeffisient (COP) og sesongenergieffektivitetsforhold (SEER). Disse måleparametrene måler effektiviteten til et system når det gjelder å omdanne energi til nyttig energi.

5.4.1. Energieffektivitetsforhold (EER)

- **Definisjon:** EER er et mål på hvor effektivt et klimaanlegg eller en varmepumpe omdanner elektrisk energi til kjøle- eller varmeeffekt.
- **Beregning:** $EER = \text{kjølekapasitet (BTU/t)} / \text{strøminngang (watt)}$
- **Tolkning:** En høyere EER indikerer et mer effektivt system. For eksempel betyr en EER på 14 at systemet produserer 14 BTU kjøling for hver watt elektrisitet som forbrukes.

5.4.2. Ytelseskoeffisient (COP)

- **Definisjon:** COP er en lignende måleenhet som brukes for varmepumper, og måler effektiviteten av omdannelsen av elektrisk energi til varmeeffekt.
- **Beregning:** $COP = \text{Varmeeffekt (BTU/t)} / \text{Inngangseffekt (watt)}$
- **Tolkning:** En høyere COP indikerer en mer effektiv varmepumpe.

5.4.3. Sesongenergiutnyttelsesgrad (SEER)

- **Definisjon:** SEER er et mål på et systems gjennomsnittlige energieffektivitet over en kjølesesong. Det tar hensyn til faktorer som utetemperatur og luftfuktighet.
- **Beregning:** SEER beregnes basert på en serie EER-verdier ved forskjellige utetemperaturer.
- **Tolkning:** En høyere SEER indikerer et mer effektivt system gjennom hele kjølesesongen.

Viktige punkter

- **Enheter:** EER, COP og SEER uttrykkes vanligvis i enheter BTU/t per watt.
- **Effektivitetssammenligning:** Disse måleparametrene gjør det mulig å sammenligne energieffektiviteten til ulike HVAC-systemer direkte.
- **Regulatoriske standarder:** Mange regioner har minimumskrav til SEER for nytt HVAC-utstyr for å fremme energieffektivitet.

Ved å forstå disse måleparametrene kan forbrukerne ta informerte beslutninger når de velger HVAC-systemer som både er effektive og kostnadseffektive.

5.5 – Nåværende typer HVAC-systemer

Basert på størrelse, konstruksjon og driftsegenskaper kan HVAC-systemer klassifiseres som:

- a) Individuelle rom eller individuelle systemer
- b) Romkondisjoneringssystemer eller romsystemer
- c) Enkeltstående pakkesystemer eller pakkesystemer
- d) Sentralvarmesystemer eller sentralsystemer

5.5.1. Individuelle rom eller individuelle systemer

Et **individuell system** bruker normalt enten et enkelt, selvstendig, pakkesystem for romkondisjonering (installert i et vindu eller en vegg) eller separate innendørs- og utendørsenheter for å betjene et enkelt rom (figur 9).

De individuelle systemene er kjennetegnet ved kompakt størrelse, enkel installasjon og relativt lave kostnader. De kan imidlertid ha begrenset kjøle- eller varmekapasitet og kan være støyende.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

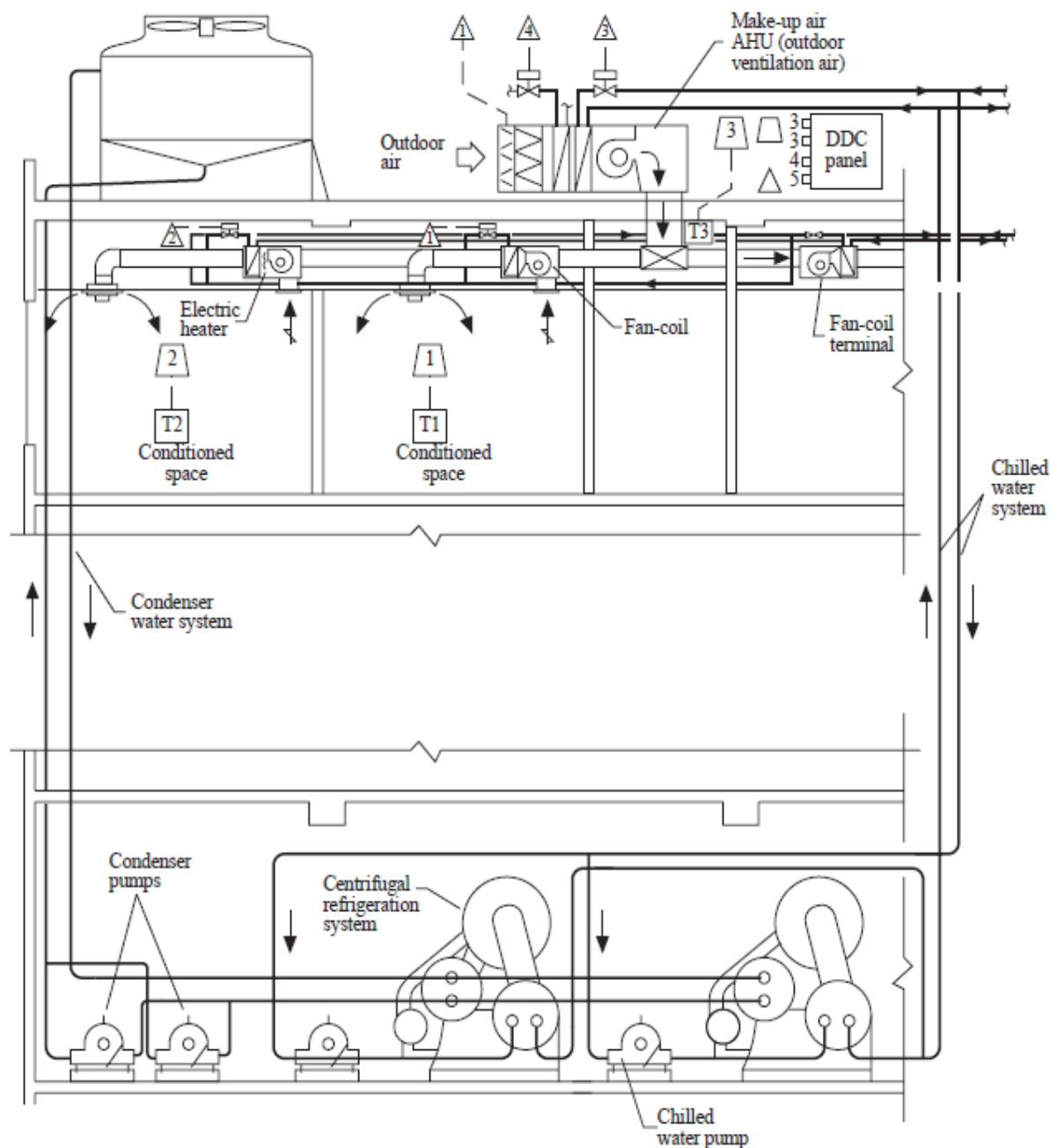


Figur 9. Individuelle HVAC-systemer [11]

5.5.2. Romklimaanlegg eller romsystemer

Romkondisjoneringssystemer er designet for å kondisjonere større rom, for eksempel en bygning eller en gruppe bygninger (figur 10). De er kraftigere enn individuelle romsystemer og gir bedre temperaturkontroll og luftkvalitet. Romkondisjoneringssystemer har kjøling, oppvarming og filtrering hovedsakelig i eller over det kondisjonerte rommet. Uteluft tilføres via et separat utendørs ventilasjonssystem. De er mer komplekse å installere og krever profesjonelt vedlikehold.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

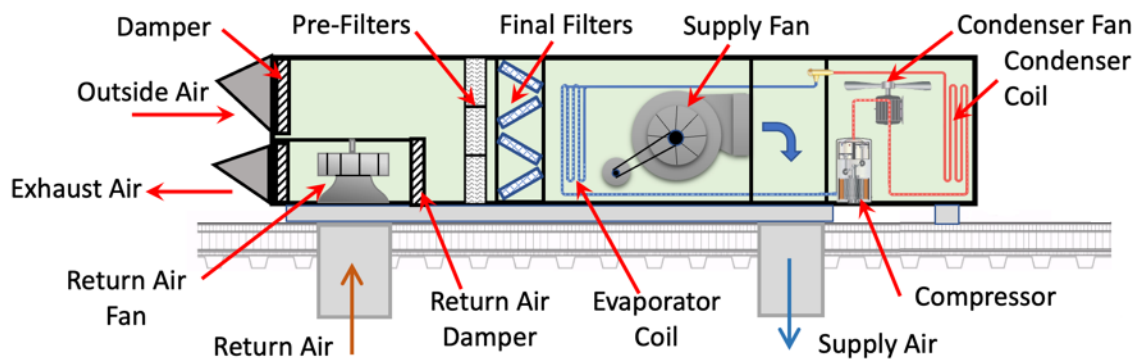


Figur 10. Romklimaanlegg

5.5.3. Enhetspakkede systemer eller pakkede systemer

Enkeltpakkede systemer er fabrikkproduserte enheter som inneholder alle nødvendige komponenter (fordamper, kondensator, vifte og kontroller) i ett kabinett (figur 11). De er kjennetegnet ved enkel installasjon, effektiv drift og relativt lite vedlikehold. De brukes ofte i kommersielle og industrielle bygninger.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

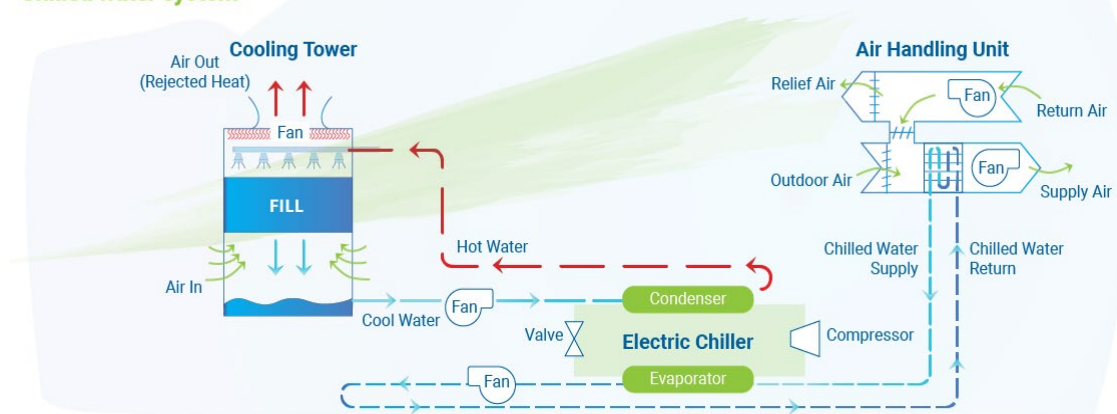


Figur 11. Pakkesystemer [12]

5.5.4. Sentrale vannbårne systemer eller sentralsystemer

Et sentralt system bruker en sentral kjele eller kjølemaskin til å varme opp eller kjøle ned vann eller en annen væske, som deretter sirkuleres gjennom bygningen for å gi oppvarming eller kjøling (figur 12). Eksempler er sentralvarmesystemer med radiatorer eller gulvlist og sentral kjølesystemer med kjølevannsspiraler. For energitransport er varmekapasiteten til vann omtrent 3400 ganger større enn luftens. Dette systemet er svært effektivt, kan gi jevn oppvarming eller kjøling i store bygninger og brukes ofte i kommersielle og institusjonelle miljøer. Det kan imidlertid være mer komplisert å installere og vedlikeholde. Sentralanlegg er ferdigmonterte systemer som installeres på stedet.

Chilled water system



Figur 12. Sentralt vannbårent system [13]

Når du velger det mest egnede HVAC-systemet for dine behov, bør flere viktige faktorer som energieffektivitet, kostnadsvurderinger og innendørs luftkvalitet vurderes nøye.

Sesongenergiutnyttelsesgrad (SEER) for kjølesystemer måler systemets effektivitet over en kjølesesong. Sesongvarmefaktor (HSPF) for varmesystemer måler systemets effektivitet over en fyringssesong. En høyere SEER- eller HSPF-verdi indikerer høyere energieffektivitet og lavere driftskostnader. Ved å sammenligne effektivitetsverdiene

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

til forskjellige modeller kan du finne de mest energieffektive alternativene og potensielt kvalifisere for energieffektivitetsinsentiver.

Det er tre typer kostnader når det gjelder HVAC-systemer: innledende installasjonskostnader, løpende driftskostnader og vedlikeholds- og reparasjonskostnader. De innledende kostnadene for kjøp og installasjon av et HVAC-system kan variere betydelig avhengig av systemets størrelse, type og kompleksitet. Energiforbruk er en viktig faktor i de langsiktige driftskostnadene for et HVAC-system. Energieffektive systemer kan bidra til å redusere disse kostnadene over tid. Ta hensyn til forventede vedlikeholds- og reparasjonskostnader forbundet med ulike HVAC-systemer. Noen systemer kan kreve hyppigere eller dyrere vedlikehold.

Ytterligere faktorer ved valg av riktig HVAC-system kan være innendørs luftkvalitet (spesielt når installasjonen skal skje i et sykehus), fuktighetskontroll, systemstørrelse, støynivå, pålitelighet og garanti.

Ved å nøye vurdere disse faktorene kan du velge et HVAC-system som oppfyller dine behov, forbedrer inneklimaet og bidrar til energieffektivitet og miljømessig bærekraft.

5.6 – Innovative teknologier for HVAC-systemer

5.6.1. HVAC-systemer med variabel kjølemiddelstrøm (VRF)

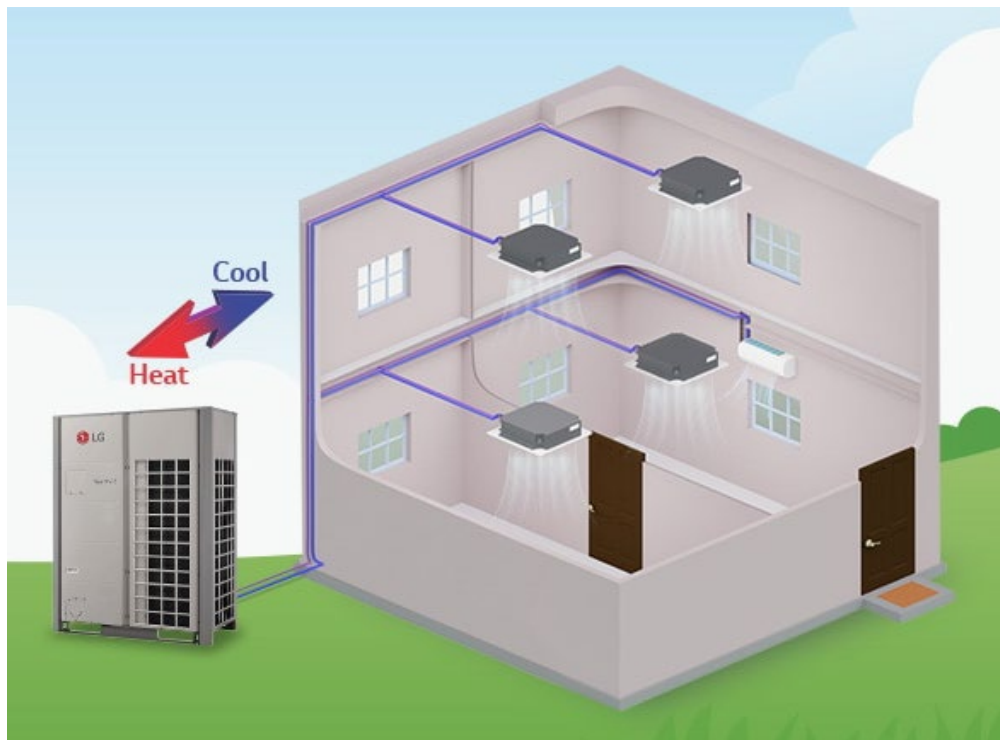
Systemer med variabel kjølemiddelstrøm har flere fordeler sammenlignet med tradisjonelle HVAC-systemer:

- **Kanalfri drift:** En av de viktigste fordelene med VRF-systemer er at de kan drives uten omfattende kanalanlegg. Dette gjør dem ideelle for ettermontering i eldre bygninger eller rom hvor installasjon av kanalanlegg er upraktisk eller kostbart.
- **Nøyaktig kjølemiddelkontroll:** VRF-systemer kan nøyaktig kontrollere mengden kjølemiddel som strømmer til hver enkelt fordamperehet. Dette gir mulighet for svært tilpasset temperaturkontroll i forskjellige soner i en bygning.
- **Fleksible fordamperkonfigurasjoner:** VRF-systemer kan tilpasses en rekke forskjellige fordampereheter, inkludert forskjellige kapasiteter og konfigurasjoner. Denne fleksibiliteten gjør at de kan tilfredsstille de spesifikke oppvarmings- og kjølebehovene i forskjellige rom.
- **Individuell komfortkontroll:** Med VRF-systemer kan hver sone eller hvert rom styres uavhengig av hverandre. Dette gir brukerne større fleksibilitet og komfort.
- **Samtidig oppvarming og kjøling:** VRF-systemer kan samtidig varme opp og kjøle ned forskjellige områder i en bygning, noe som gjør dem ideelle for bruksområder hvor både oppvarming og kjøling er nødvendig.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

- **Varmegjenvinning:** VRF-systemer kan gjenvinne varme fra én sone og overføre den til en annen, noe som forbedrer energieffektiviteten og reduserer driftskostnadene.

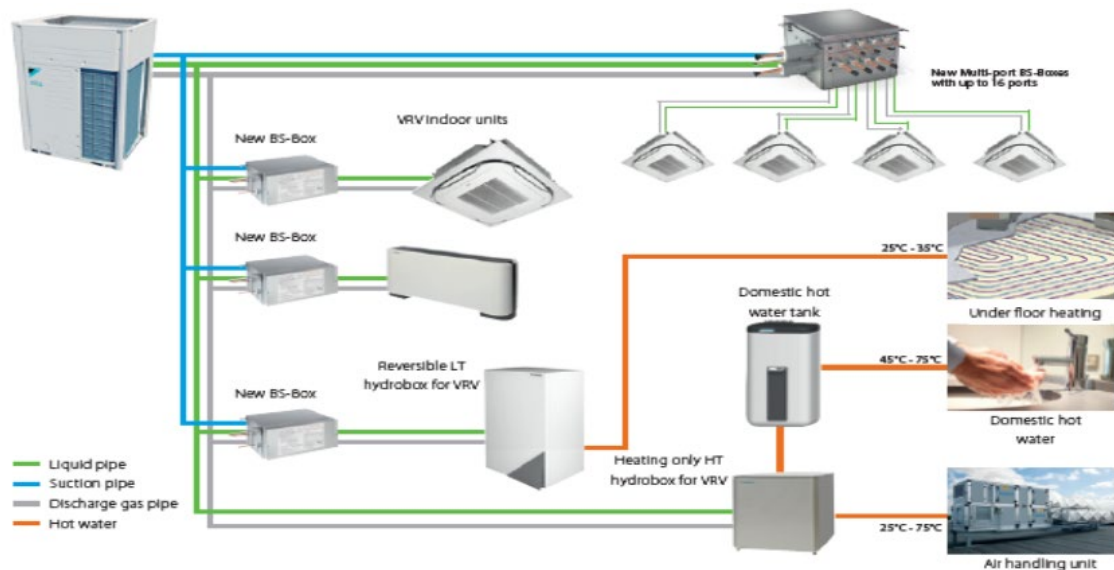
VRF-systemer tilbyr allsidige løsninger for kjøling og oppvarming. For **applikasjoner som kun krever kjøling**, er VRF-systemer ideelle for å opprettholde behagelige temperaturer i ulike miljøer, for eksempel kontorer, butikklokaler og boligbygg. Disse systemene fjerner effektivt varme fra innendørsrom og gir et behagelig og komfortabelt miljø. I tillegg til kjøling kan VRF-systemer også konfigureres som **varmepumper** (to-rørssystemer – figur 13), men ikke samtidig. Dette gjør at de både kan varme opp og kjøle ned rom, noe som gjør dem egnet for regioner med varierende klima. Ved å reversere kjølemediet kan VRF-varmepumper trekke varme fra luften utenfor og overføre den innendørs, noe som gir effektiv oppvarming i kaldere måneder.



Figur 13. VRF med to-rørssystemer

For enda større energieffektivitet **kan VRF-systemer brukes med varmegjenvinning** (tre-rørssystemer – figur 14). I denne konfigurasjonen kan VRF-systemer fange opp og gjenbruke spillvarme fra ett område av en bygning til oppvarming av et annet, noe som reduserer energiforbruket og driftskostnadene betydelig. En innendørsenhet som trenger kjøling, åpner væskeledningen og fungerer som en fordampner, mens en innendørsenhet som trenger oppvarming, åpner varmgassledningen og fungerer som en kondensator. Dette gjør dem til et utmerket valg for store næringsbygg og anlegg som trenger både oppvarming og kjøling.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer



Figur 14. VRF med tre-rørssystemer [14]

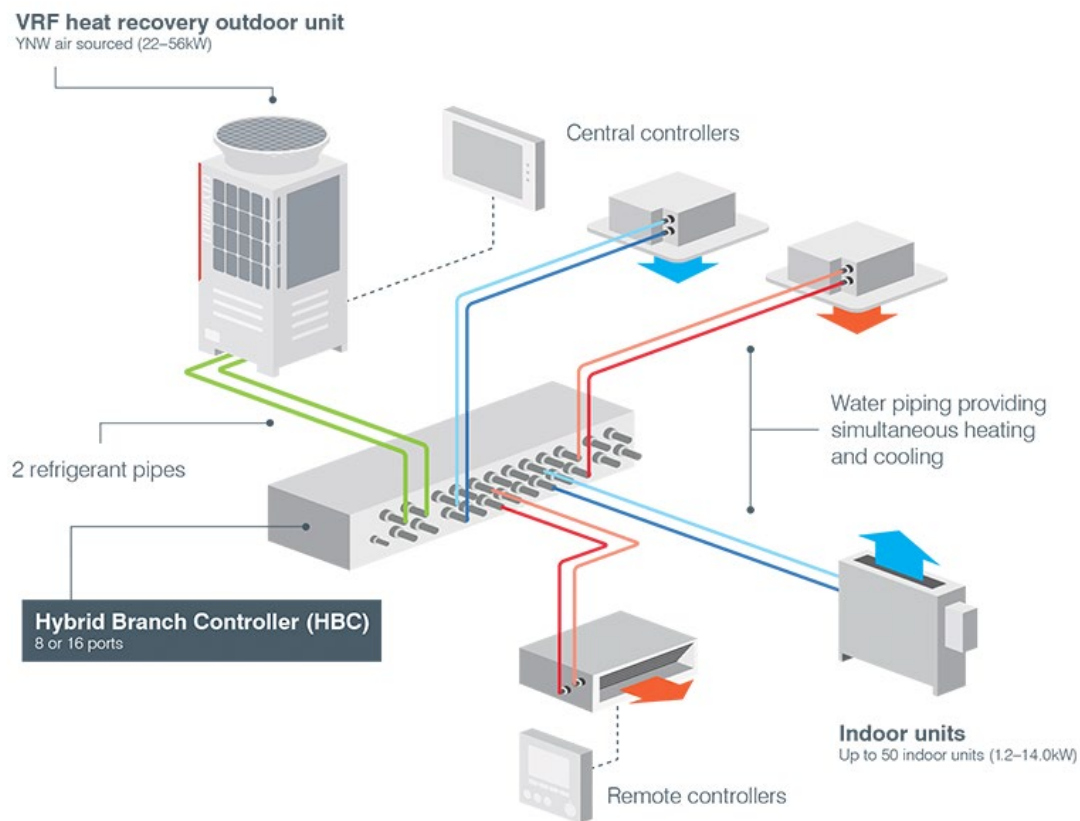
5.6.2. Hybride VRF-systemer

Hybride VRF-systemer representerer en ny utvikling innen HVAC-teknologi, og kombinerer effektiviteten til VRF-systemer med fordelene ved vannbasert oppvarming og kjøling. Som vist i figur 15, bruker disse systemene en **2-rørs** varmegjenvinningskonfigurasjon, hvor kjølemediet erstattes med vann mellom **Hybrid Branch Circuit Controller (HBCC)** og innendørsenhetene.

Denne innovative designen gir flere fordeler:

- **Redusert risiko for lekkasjer:** Ved å bruke vann i stedet for kjølemiddel til den endelige tilkoblingen til innendørsenhetene, minimerer systemet risikoen for kjølemiddellekkasjer betydelig. Dette beskytter ikke bare miljøet, men reduserer også behovet for hyppig lekkasjedeteksjon og service.
- **Økt fleksibilitet:** Hybrid VRF-systemer gir større fleksibilitet i systemdesign og installasjon, da vannrør generelt er enklere å legge og installere enn kjølemedierør.
- **Forbedret energieffektivitet:** I noen tilfeller kan bruk av vann til den endelige tilkoblingen forbedre systemets totale effektivitet, spesielt i applikasjoner med lange rørledninger.
- **Kostnadsbesparelser:** Det reduserte behovet for deteksjon av kjølemediumlekkasjer og service kan gi langsiktige kostnadsbesparelser.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer



Figur 15. Hybrid VRF-system [15]

Hybride VRF-systemer med 2-rørs varmegjenvinning er en lovende løsning for de som ønsker et mer bærekraftig, pålitelig og kostnadseffektivt HVAC-system. Ved å kombinere fordelene ved VRF-teknologi med fordelene ved vannbasert oppvarming og kjøling, er disse systemene et verdifullt alternativ for ulike kommersielle og private bruksområder.

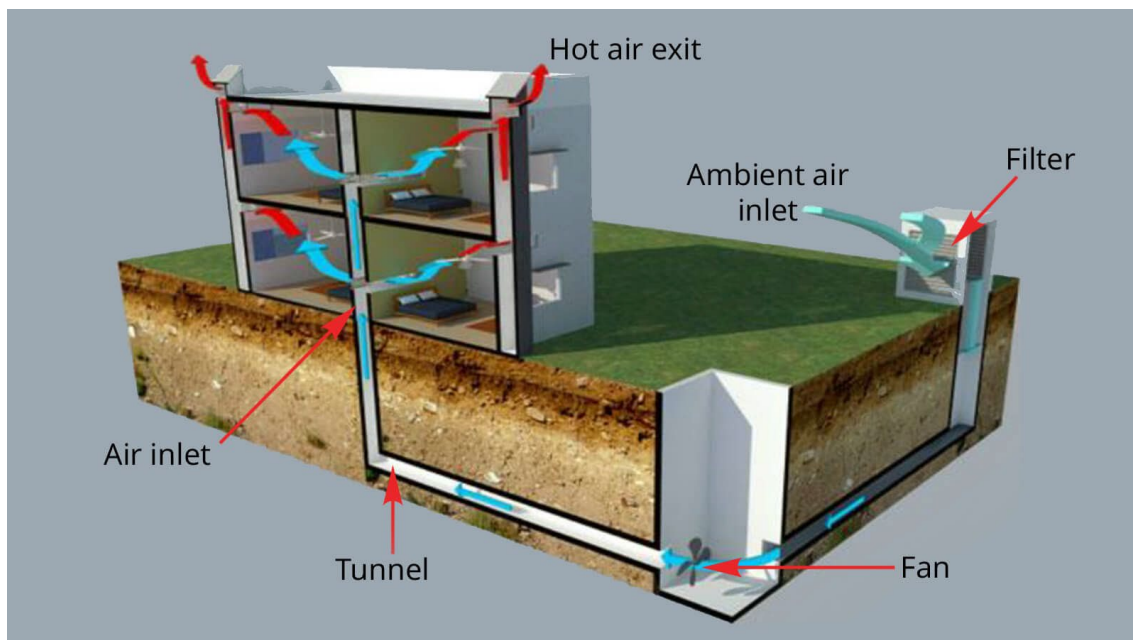
5.6.3. HVAC-system med jord-luft-varmeveksler

Underjordiske varmevekslere tilbyr en bærekraftig og energieffektiv løsning for forbehandling av ventilasjonsluft. Ved å utnytte den relativt stabile temperaturen i jorden kan disse systemene redusere oppvarmings- og kjøleutgiftene betydelig.

Underjordiske varmevekslere benytter et nettverk av rør som er nedgravd på en dybde hvor jordtemperaturen holder seg relativt konstant gjennom hele året. På en dybde på 1,5 til 2,0 m under overflaten er jordtemperaturen konstant (7-12 °C) gjennom hele året. Denne konstante temperaturen kan være varmere eller kjøligere enn omgivelsesluften, avhengig av beliggenhet og årstid. Om vinteren kan luften varmes opp med opptil 17 °C, mens den om sommeren kan kjøles ned med opptil 14 °C før den når luftbehandlingsenheten. Denne forbehandlingen av luften reduserer arbeidsbelastningen på tradisjonelle varme- og kjølesystemer dramatisk, noe som resulterer i betydelige energibesparelser.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

Når ventilasjonsluften trekkes inn i bygningen, passerer den gjennom de underjordiske varmevekslerrørene (figur 16). Varmen fra eller til bakken overføres til eller fra ventilasjonsluften, og forvarmer eller forkjøler den før den kommer inn i bygningen.



Figur 16. Prinsipp for HVAC-system med jord-luft-varmeveksler

Ved å forbehandle ventilasjonsluften reduserer underjordiske varmevekslere energibehovet til tradisjonelle varme- eller kjølesystemer for å opprettholde en behagelig innetemperatur. Dette kan gi betydelige energibesparelser og redusert karbonavtrykk.

5.7 – Vedlikehold og optimalisering av HVAC-systemer

5.7.1. Forebyggende vedlikehold

Regelmessig vedlikehold er avgjørende for å sikre optimal ytelse, effektivitet og lang levetid for HVAC-systemer. En godt strukturert plan for forebyggende vedlikehold bør omfatte følgende oppgaver:

- **Filterbytte:** Bytt luftfiltre regelmessig for å forhindre tilstopping og forbedre luftkvaliteten.
- **Rengjøring av spoler:** Rengjør fordamper- og kondensatorspoler for å forbedre varmeoverføringen.
- **Smøring:** Smør bevegelige deler, for eksempel viftemotorer og lagre, for å redusere slitasje.
- **Elektriske inspeksjoner:** Kontroller om det er løse tilkoblinger, skadede ledninger og andre elektriske problemer.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

- **Kjølemediekontroll:** Overvåk kjølemedienivået og kontroller for lekkasjer for å opprettholde optimal systemytelse.
- **Sikkerhetskontroller:** Kontroller for karbonmonoksidlekkasjer, gasslekkasjer og andre sikkerhetsfarer.

Når HVAC-systemer ikke fungerer som de skal, kan effektiv feilsøking bidra til å identifisere og løse problemer raskt. Vanlige feilsøkingsteknikker inkluderer strømkontroll, filterinspeksjon, kontroll av hindringer og komponenttester. Hvis problemene vedvarer, kontakt en kvalifisert HVAC-tekniker for ekspertdiagnose og reparasjon.

5.7.2. Strategier for å forbedre systemytelsen

- **Regelmessig vedlikehold:** Følg et forebyggende vedlikeholdsprogram for å forhindre problemer og optimalisere effektiviteten.
- **Energieffektive oppgraderinger:** Vurder å oppgradere til et mer energieffektivt system eller installere energisparende komponenter.
- **Riktig dimensjonering:** Sørg for at HVAC-systemet er riktig dimensjonert for rommet for å unngå underkjøling eller overoppheting.
- **Tetting av kanaler:** Tett lekkende kanaler for å forhindre energitap og forbedre systemeffektiviteten.
- **Termostatprogrammering:** Bruk programmerbare termostater for å optimalisere oppvarmings- og kjøleplaner og redusere energiforbruket.
- **Regelmessige inspeksjoner:** Gjennomfør regelmessige inspeksjoner for å identifisere potensielle problemer og løse dem raskt.

Ved å følge disse strategiene kan du opprettholde optimal ytelse av HVAC-systemet, forbedre energieffektiviteten og redusere driftskostnadene.

Referanser

- [1] Det europeiske miljøbyrået (EEA) – <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution> (åpnet 28. august 2024).
- [2] Europakommisjonen – https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en (åpnet 28. august 2024).
- [3] European Committee for Standardization (CEN). (2018). Indoor air quality - Part 1: General aspects of indoor air quality and ventilation. Brussels: European Committee for Standardization.
- [4] Energy Vectors: Principles and Applications, J.A. Turner og J.C. King, Cambridge University Press, 2016.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

- [5] Energy Systems Engineering, R.A. Williams og D.C. Larson, John Wiley & Sons Publication House, 2018.
- [6] American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) – <https://www.ashrae.org/> (tilgjengelig 30. august 2024).
- [7] Ghahramani, A., Galicia, P., Lehrer, D., Varghese, Z., Wang, Z., & Pandit, Y. (2020). Kunstig intelligens for effektive termiske komfortsystemer: Krav, nåværende anvendelser og fremtidige retninger. *Frontiers in built environment*, 6, 49.
- [8] <https://www.ny-engineers.com/blog/importance-of-keeping-your-air-ducts-in-good-working-condition> (tilgjengelig 30. august 2024).
- [9] https://www.engineeringintro.com/construction-works/ductwork-components-for-commercial-buildings/?utm_content=cmp-true (tilgjengelig 30. august 2024).
- [10] <https://www.visualdictionaryonline.com/house/heating/forced-warm-air-system/types-registers.php> (åpnet 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/> (tilgang 3. september 2024).
- [12] <https://mepacademy.com/packaged-rooftop-hvac-units-rtus-explained/> (åpnet 3. september 2024).
- [13] Li, X., Li, Y., Seem, J. E., & Li, P. (2012, juni). Extremum seeking control of cooling tower for self-optimizing efficient operation of chilled water systems. I *2012 American Control Conference (ACC)* (s. 3396-3401). IEEE.
- [14] https://www.daikin.ro/ro_ro/grupe-de-produse/VRV-inventat-de-daikin.html (tilgjengelig 3. september 2024).
- [15] <https://www.mitsubishi-electric.co.nz/hvrf/r32-hvrf-features-benefits.aspx> (tilgjengelig 3. september 2024).

6 - Leveranser

For å evaluere suksessen til veiledningen, foreslår vi at studentene svarer på et spørreskjema på nettet.

7- Hva vi har lært

HVAC-systemers rolle i regulering av temperatur, fuktighet og luftkvalitet.

Fordeler, ulemper og anvendelser av ulike energivektorer.

Komponenter, funksjoner og samspill i HVAC-systemer.

Effektive HVAC-systemer og energivektorer

Nåværende typer og innovative teknologier for HVAC-systemer.

Vedlikehold og optimalisering av HVAC-systemer.