

Verwarmen en koelen met lucht

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: dr. Edward Prendergast (moBius consult), dr.ir. Peter van den Engel,

1 Algemeen

Een ventilatiesysteem in een gebouw is primair nodig om de luchtkwaliteit in dat gebouw te waarborgen. Dit gebeurt door verse buitenlucht toe te voeren en vervuilde binnenlucht af te voeren. Daarnaast kan de lucht worden gebruikt als medium voor transport en / of afgifte van warmte en koude. Hierbij moet in acht worden genomen dat de hoeveelheid warmte of koude die in een bepaalde hoeveelheid lucht kan worden opgeslagen relatief klein is. Er is dus veel lucht nodig om voldoende warmte of koude in een gebouw te distribueren.

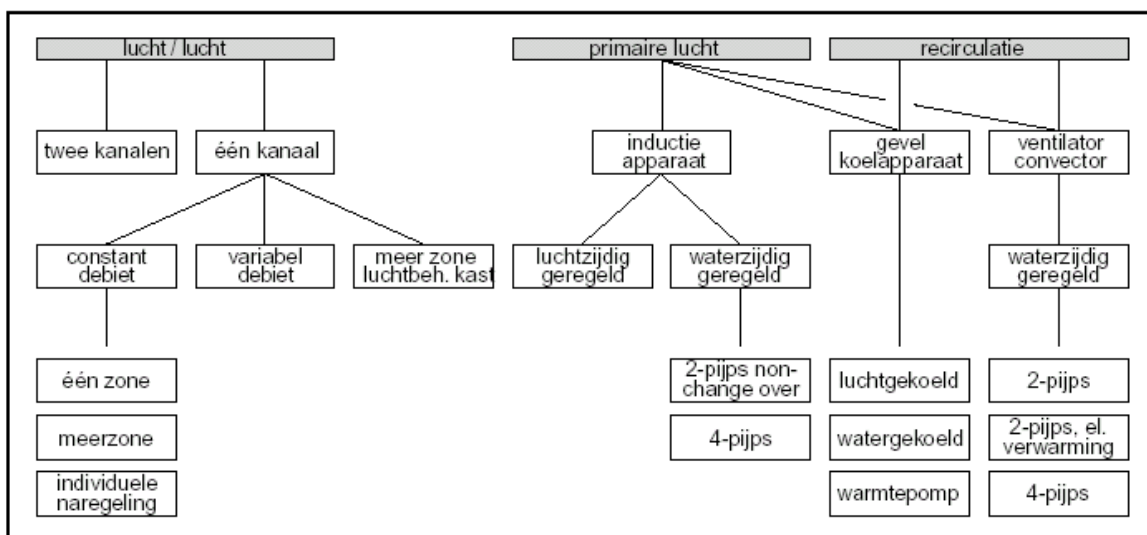
Klimatiseren met lucht is in het verleden veel toegepast. Veel kantoren waarin zich het sick-building syndroom voordeed werden met lucht geklimatiseerd. De systemen hebben mede daarom en deels terecht een slechte naam bij binnenklimaatexperts. Experts zijn het er in het algemeen over eens dat transport van warmte en koude met water meestal beter is dan met lucht en dat afgifte van warmte en koude bij voorkeur met straling plaatsvindt. Desalniettemin kunnen er verschillende redenen zijn dat er wel gekozen wordt voor klimatiseren met lucht. Een belangrijke reden om klimatisering met lucht te realiseren is dat met lucht snel op variabele behoeftes kan worden ingesprongen.

Als lucht wordt gebruikt om te klimatiseren, is dit in twee hoofdgroepen te verdelen:

- “volledig lucht”-systemen (ook wel aangeduid met “lucht/lucht” of “all-air”)
- “lucht/water”-systemen

De systemen zijn in figuur 1 weergegeven.

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van centrale luchtbehandelingssystemen



figuur 1 schematisch overzicht luchtbehandelingssystemen

“Volledig lucht”-systemen zijn dus onder te verdelen in:

- twee kanalen systeem
- één kanaal systeem

En “lucht/water”-systemen zijn onder te verdelen in:

- primaire luchtsystemen
- recirculatie-systeem

Bij “lucht/water”-systemen wordt een deel van het koel- of verwarmingsvermogen met water getransporteerd. Daardoor zijn de luchtkanalen kleiner dan bij “volledig lucht”-systemen en is voor die kanalen minder inbouwruimte nodig. Dit kan een kleinere verdiepingshoogte leiden, echter niet als de eindapparaten in verlaagde plafonds zijn ingebouwd. De keuze voor een “lucht/water” of “volledig lucht”-systeem wordt bepaald door vele factoren, zoals:

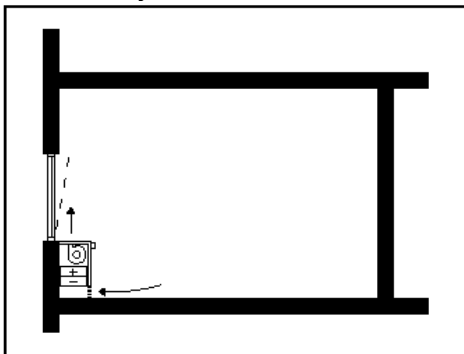
- kosten
- vereist koelvermogen
- bezettingsgraad
- geluid
- onderhoudsvriendelijkheid
- helderheid van de regeling voor de gebruiker
- regelbaarheid
- mogelijkheid om het systeem te kunnen combineren met te openen ramen
- beschikbare ruimte

2 Lucht/water

Hier wordt op centrale systemen ingegaan met het accent op de afgifte van warme of koude lucht in de ruimte. Omdat lucht en water zijn gecombineerd worden ook lucht/watersystemen besproken. In de basis bestaat het uit een systeem waarbij warmte en koude voor het grootste deel via water naar de ruimtes wordt getransporteerd. In de ruimtes wordt de warmte of koude direct aan de lucht afgegeven. Vaak wordt voor het afgifteapparaat de term recirculatie-unit gebruikt.

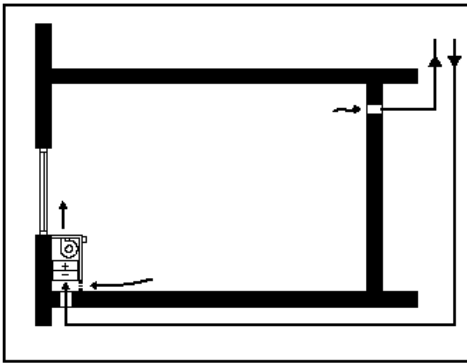
Ventilatorconvectoren

Ventilatorconvectoren zijn oorspronkelijk ontwikkeld om bij renovatie gebouwen eenvoudig van koeling te voorzien. In de praktijk wordt vaak de engelse term fan-coil unit gebruikt. De eenvoudigste apparaten hebben geen luchtkanalen nodig. De ventilator in het apparaat zorgt voor de luchtcirculatie in de ruimte. Met de “convector” (benaming voor de warmtewisselaar in het apparaat) wordt de door het apparaat stromende lucht verwarmd of gekoeld. Dit systeem is onafhankelijk van de toevoer van verse lucht (figuur 2).



figuur 2 schema systeem met ventilatorconvectoren en te openen ramen

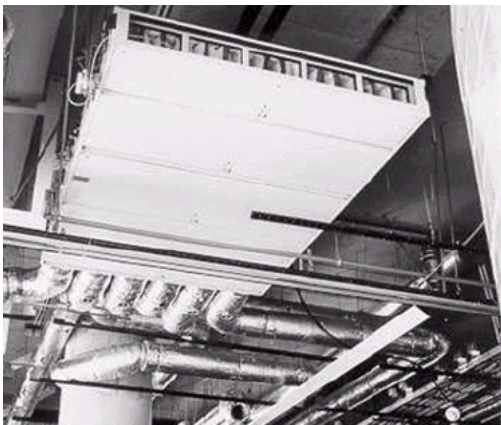
Het systeem is uit te breiden met een aansluiting op de buitenlucht of op het ventilatiesysteem. (figuur 4).



figuur 4 schema systeem met ventilatorconvectoren met aansluiting op centraal voorbehandelde buitenlucht

Doordat de hoeveelheid verse lucht de afmetingen van de kanalen bepaalt, zijn de luchtkanalen van ventilatorconvectorsystemen kleiner dan de kanalen van “volledig lucht”-systemen (uitgaande van een gelijk koelvermogen).

Ventilatorconvectoren zijn er in vensterbank- en in wanduitvoering. De wanduitvoering wordt ook wel onder het plafond gehangen. Verder zijn er apparaten voor inbouw in verlaagde plafonds waarop kanalen zijn aan te sluiten met een aantal toevoerroosters (figuur 5).

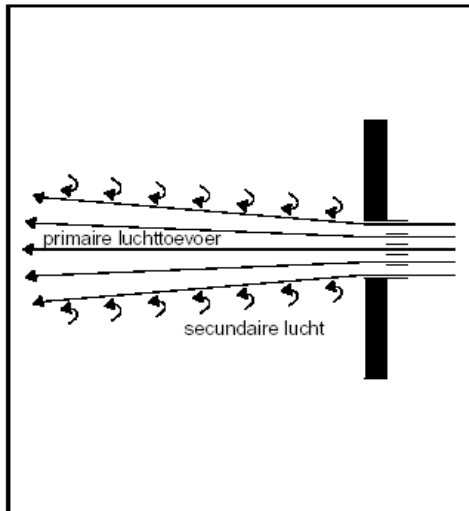


Figuur 5 Ventilatorconvector voor inbouw in het plafond

Ventilatorconvectoren hebben als nadeel dat ze geluid produceren. Het ventilatorgeluid neemt toe als de apparaten ouder worden en de ventilatoren door vuilafzetting in onbalans raken. Mede om dat te voorkomen hebben ventilatorconvectoren onderhoud nodig en moeten de filters regelmatig worden vervangen.

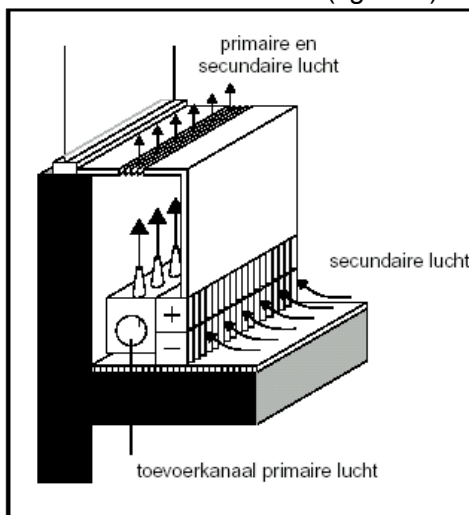
Inductieapparaten

Het verschijnsel inductie doet zich bij iedere (“primaire”) luchtstroom voor. Door onderdruk aan de grens van de luchtstroom wordt lucht uit de omgeving (“secundaire” lucht) aan- en meegezogen (figuur 6). Het verschijnsel is sterker naarmate de snelheid van de luchtstroom hoger is.



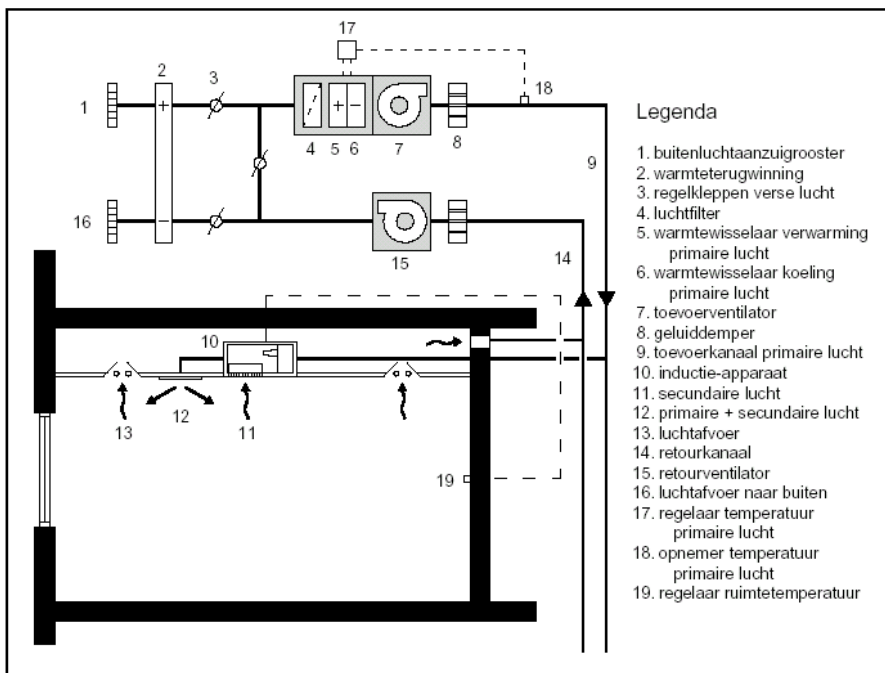
figuur 6 inductie-effect

Bij inductieapparaten wordt centraal voorbehandelde primaire lucht via kleine tuitjes (“nozzles”) met een hoge snelheid in een luchtkamer geblazen. Door inductie bij de luchtstroom van de tuitjes wordt secundaire lucht aangezogen. De secundaire lucht stroomt via een opening aan de onder- of zijkant van de luchtkamer naar de luchtkamer toe en passeert daarbij een warmtewisselaar die de lucht koelt of verwarmt (figuur 7).



figuur 7 inductie-apparaat

Het mengsel van primaire en secundaire lucht stroomt, voortgestuwd door de nozzles, via een opening in de blaasrichting van de nozzles naar de ruimte. Een belangrijk voordeel van inductiesystemen - in vergelijking met ventilatorconvectoren - is het ontbreken van draaiende delen.



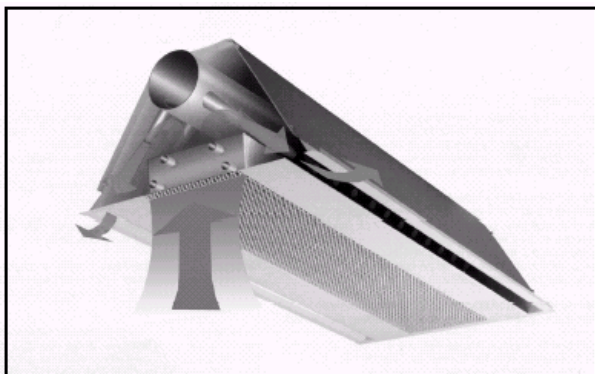
figuur 8 principeschema systeem met inductie-apparaten

Figuur 8 toont het schema van een luchtbehandelingssysteem met inductieapparaten.

De (koel)capaciteit van een inductieapparaat

Een inductieapparaat brengt meer lucht in beweging dan de primaire hoeveelheid die via de nozzles wordt toegevoerd. We spreken van een "inductievoud" van 3 als de luchthoeveelheid die uit het apparaat stroomt 3 maal zo groot is als de primaire hoeveelheid. Meer inductie is mogelijk maar gaat gepaard met een toename van het sissende geluid van de nozzles. Blijkt uit berekeningen dat voor de koeling van een ruimte 8-voudige luchttoevoer nodig is (8 maal het volume van de ruimte per uur), dan moet dus 2 à 3-voud "primaire" lucht worden toegevoerd.

Inductieapparaten zijn oorspronkelijk ontwikkeld om in vensterbankkasten te worden ingebouwd en hun lucht via een rooster aan de bovenkant langs het raam in te blazen. Inmiddels zijn apparaten ontwikkeld speciaal voor plafondbouw (figuur 9). In de praktijk is aangetoond dat door inductieapparaten hoog in de ruimte te plaatsen een betere doorstroming ontstaat en de apparaten minder vervuilen.



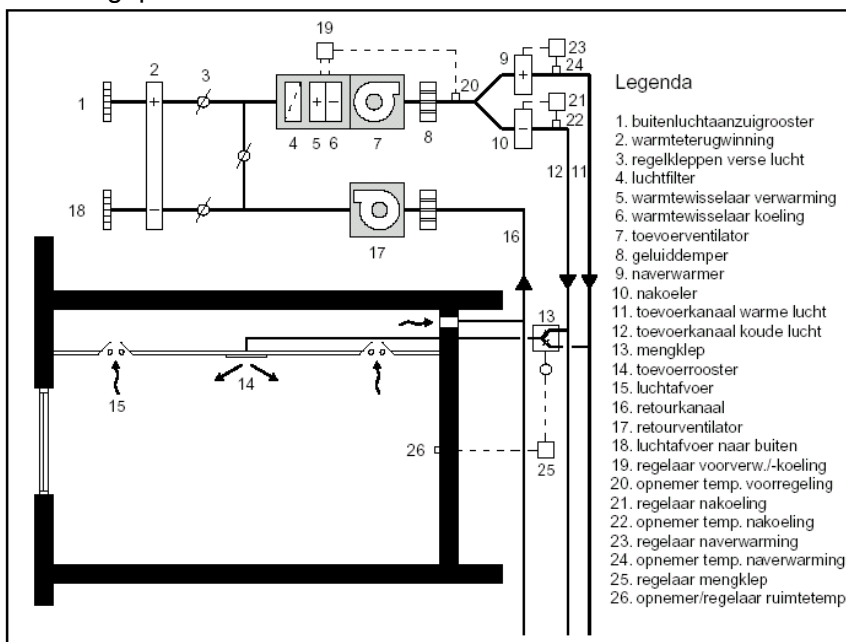
figuur 9 inductie-eenheid t.b.v. plafondbouw

3 Lucht/lucht

Bij een lucht/lucht systeem wordt de warmte en koude traditioneel gezien getransporteerd via de lucht. Vanwege de regelbaarheid en de efficiency, wordt het (volledig) verwarmen en koelen van lucht niet altijd in de LBK gedaan. Vaak wordt er een naregeling per gebouwzone toegepast, om de verschillen in de zones op te vangen. Het systeem is dan niet meer volledig lucht/lucht, een groot deel van de warmte en koude wordt dan gedeeltelijk via water getransporteerd. Hierin zijn verschillende nuances en hybride vormen. In dit hoofdstuk worden de systemen behandeld waarbij de verwarmings- en koelelementen zich buiten de ruimte bevinden.

3.1 Twee-kanalen-systeem

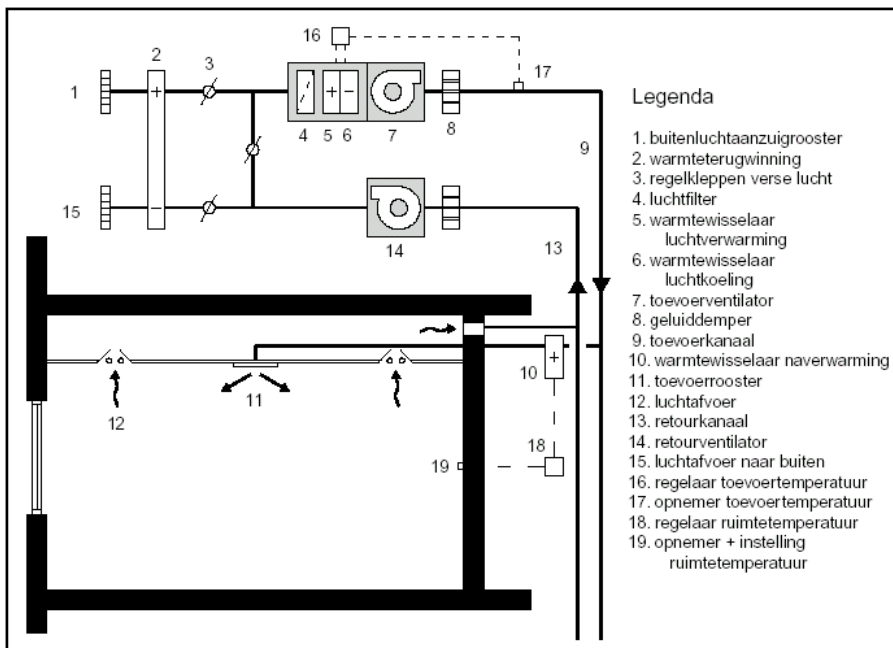
Een twee-kanalen-systeem is een volledig lucht/lucht-systeem. Het systeem heeft aparte kanalen voor toevoer van warme en koude lucht. De kanalen moeten zijn geïsoleerd. Afhankelijk van de behoefte wordt een hoeveelheid warme en koude lucht gemengd en naar de te klimatiseren ruimte gevoerd. Het mengpunt bevindt zich bij de ruimte. De luchthoeveelheden worden geregeld met kleppen in de kanalen (figuur 10). Het systeem heeft veel inbouwruimte nodig, het wordt niet vaak meer toegepast.



figuur 10 schema twee kanalen-systeem (verwarmingsleidingen niet getekend).

3.2 Constant debietsysteem

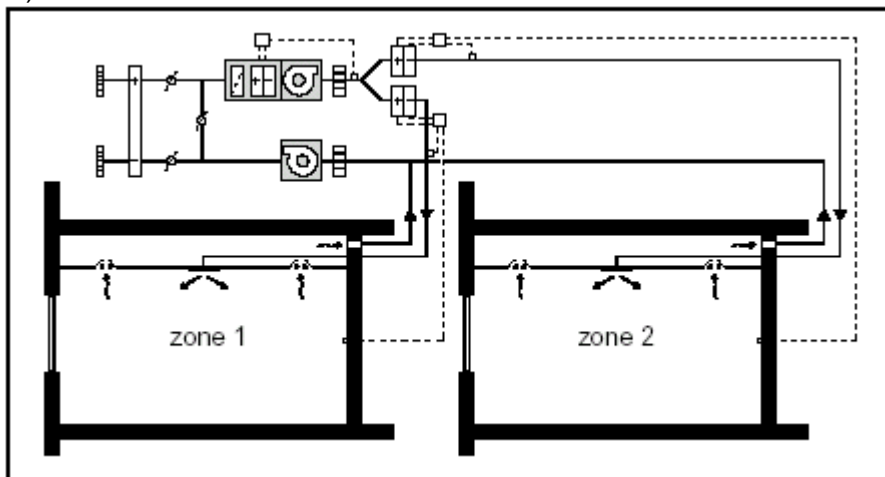
Het constant debietsysteem (figuur 15) is bij groepen van ruimten toe te passen als de belastingverschillen tussen de ruimten klein zijn. Het is dan feitelijk een een-zone systeem. Zijn er belastingverschillen dan wordt de toevoertemperatuur meestal nageregeld met een warmtewisselaar in het toevoerkanaal. (met mogelijk energieverpilling tot gevolg).



figuur 15 schema Constant Volume Systeem (CAV = Constant Air Volume)

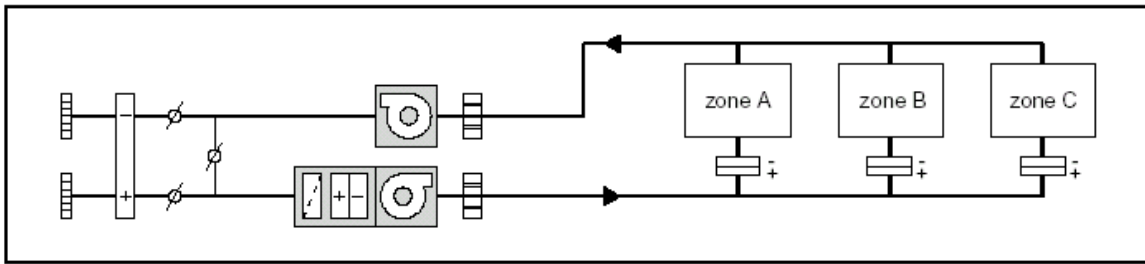
Meerzone luchtbehandelingskast

Bij de "meerzone luchtbehandelingskast" wordt de luchttemperatuur in de luchtbehandelingskast voorgeregeld en per zone met aparte warmtewisselaars na-geregeld. Vanuit de luchtbehandelingsruimte gaan net zoveel toevoerkanaal het gebouw in als er zones zijn (figuur 11).



figuur 11 schema meerzone luchtbehandelingskast

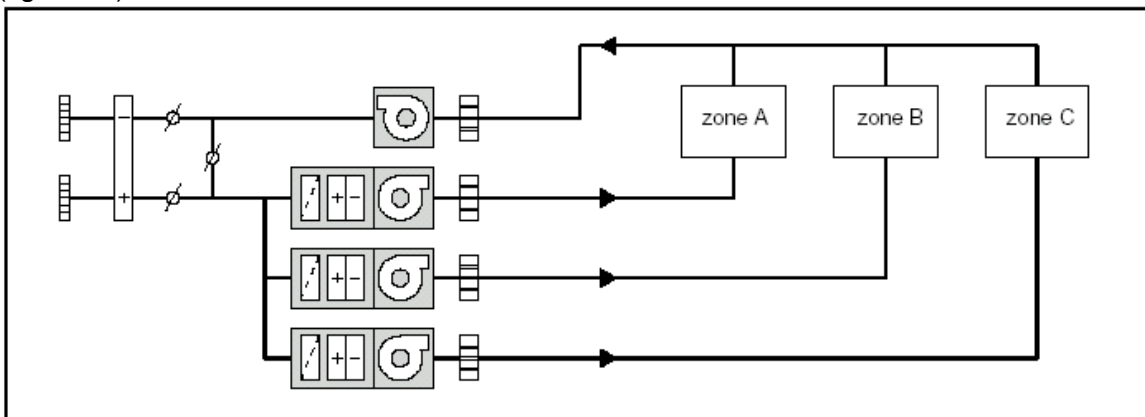
Het retourkanaal van de zones wordt gecombineerd, wat tot energieverstopping kan leiden. Het "meerzone constant debiet"-systeem is een variant waarbij de warmtewisselaars niet in de luchtbehandelingsruimte maar dichtbij de te klimatiseren ruimten zijn geplaatst (figuur 12).



figuur 12 schema meerzone constant debietsysteem (

Eenzone luchtbehandelingskast

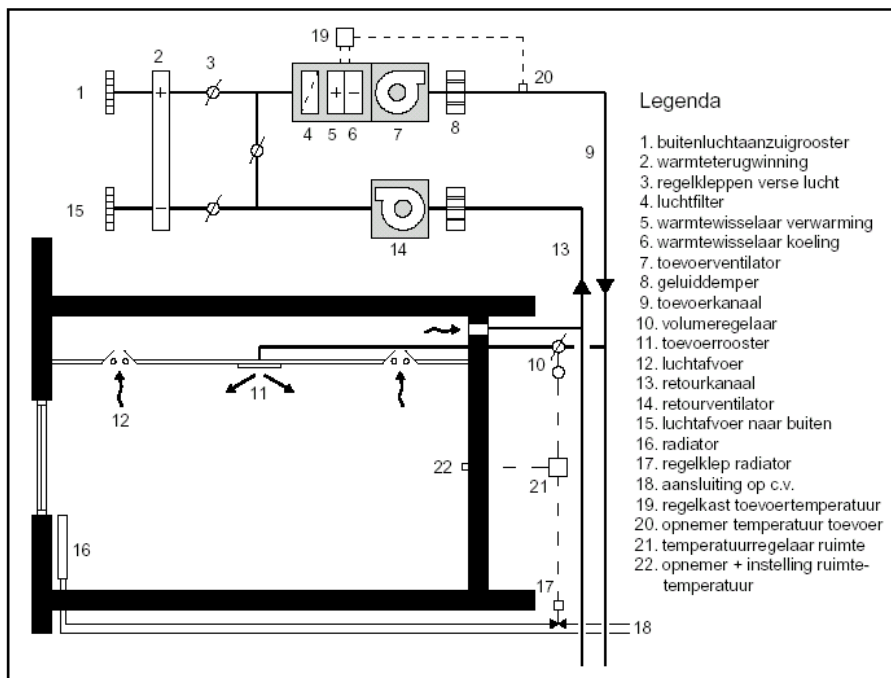
Bij het "eenzone constant debiet"-systeem heeft iedere zone een eigen luchtbehandelingskast (figuur 13).



figuur 13 schema eenzone constant debietsysteem (weergave zonder verwarmingsleidingen)

3.3 Variabel debiet systeem

Het variabel debiet systeem (figuur 14) is een luchtzijdig geregeld systeem dat is toe te passen als de belastingsverschillen tussen de ruimten klein zijn en de minimale koelbehoefte niet minder is dan 1/3 van de maximale koelbehoefte. Het regelbereik is mede afhankelijk van het type toevoerrooster.



figuur 14 schema Variabel Volumestelsel (VAV = Variable Air Volume);

Voordelen van het variabel debiet stelsel zijn:

- in niet-gebruikte verblijfsruimten wordt het niet onnodig koud
- de totale koelcapaciteit wordt beperkt, omdat alleen wordt gekoeld waar het nodig is
- er is minder ventilatorenergie nodig bij terugregeling van de volumestroom; aangezien het drukverschil afneemt met het kwadraat van de luchtsnelheid is dit al gauw een aanzienlijke post

Nadelen van het stelsel zijn:

- hogere kosten
- meer storingsgevoeligheid door de vele kleppen en meer onderhoud

De hoeveelheid lucht wordt op basis van een thermostaat of een CO₂-meting in de ruimte aangepast. Meestal wordt het stelsel gecombineerd met naverwarming en/of nakoeling in het toevokanaal of worden er in de ruimte aparte verwarmings- en/of koelvoorzieningen toegepast.

Op dit moment is er ook een nieuw stelsel dat naast bovengenoemde parameters regelt op drukverschil, het Baopt-stelsel. Dit stelsel zorgt voor een ideale menging van lucht waarmee bijvoorbeeld de temperatuurgradiënt vrijwel verdwijnt en de luchtsnelheden overal in de ruimte laag worden. Dit is bijvoorbeeld zinvol voor ruimten waar hoge comforteisen worden gesteld en er beperkte ruimte is voor toe- en afvoervoorzieningen.