

Centrale installaties – Koeling – Ruimtelijke integratie

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: ing. T.A.J. Schalkoort, dr.ir. Peter van den Engel

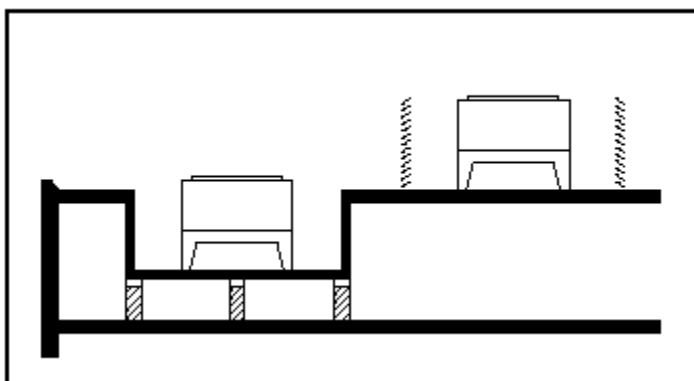
1 Algemeen

1.1 Inleiding

Naast het kiezen van een koelsysteem (zoals besproken in Centrale Installaties – Koeling-Energetische Optimalisatie) is het van groot belang te kijken naar de indeling van de ruimte met betrekking tot de koelinstallaties en de daarbij behorende toepassingen. In deze module zal worden ingegaan op de ruimtelijke indeling en bouwkundige eisen van koelmachines.

1.2 Ruimtelijke integratie centrale koelmachines en koelmachineruimte, conceptuele indeling

Bij gebouwen die grotendeels worden gekoeld past men meestal centrale koelmachines toe. Deze machines produceren veel lawaai zodat ze in een geluid- en trillinggeïsoleerde ruimte moeten worden geplaatst, op het dak, in de kelder of in een apart gebouw. Het ketelhuis is *geen* goede plaats in verband met de brandbaarheid en schadelijkheid van koelvloeistoffen. Hoewel gekoeld water over vele honderden meters kan worden getransporteerd is vanwege energieverlies een centrale plaats voor de koelmachineruimte het gunstigst. Grote koelmachines worden vergezeld door luchtgekoelde condensoren of watergekoelde condensoren in combinatie met droge koelers of koeltorens. Luchtgekoelde condensoren en koeltorens moeten in de buitenlucht worden geplaatst, condensoren *bij voorkeur* op het dak, koeltorens - vanwege de waternevel die ze produceren - *altijd* op het dak. Op het dak kunnen deze apparaten aan het oog worden onttrokken met lamellenroosters. Verdiepte plaatsing op het dak - bij voorbeeld op een vloer onder het niveau van het dak - is ook mogelijk maar kan negatieve invloed hebben op de werking van het apparaat. Daarom moet bij deze opstelling altijd veel ruimte rondom de apparaten aanwezig blijven voor een onbelemmerde toestroming van lucht (figuur 1).

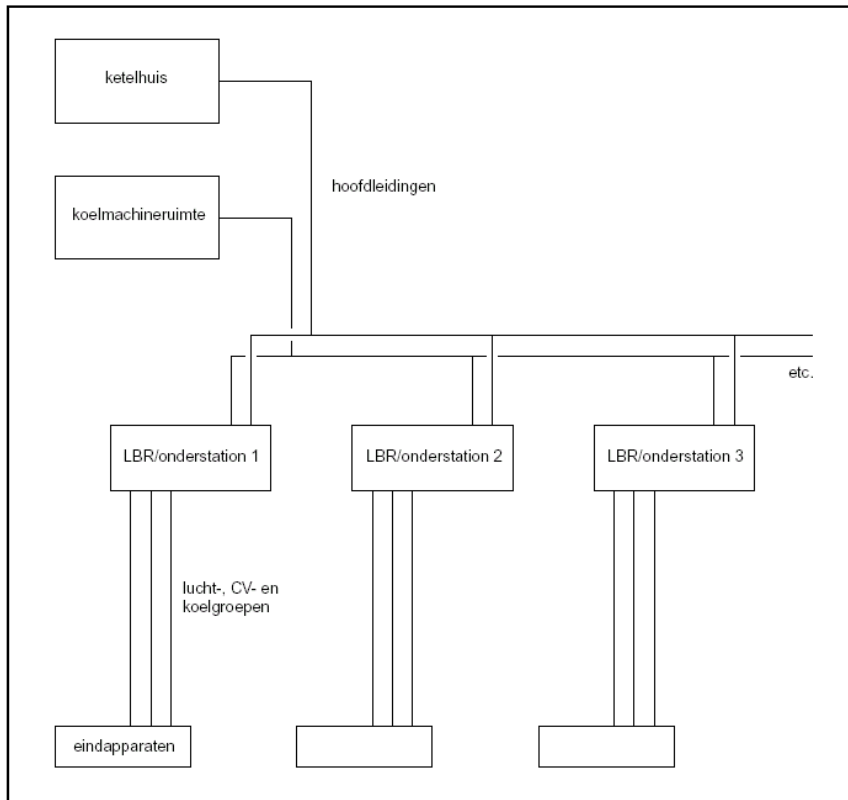


figuur 1 opstellingsmogelijkheden van condensoren of droge koelers

Als de lucht rondom vrij kan stromen (rechts), is de capaciteit van de condensor of droge koeler hoger. Een hoge temperatuur van een donkere dakbedekking kan een zeer negatief effect hebben op de capaciteit. Als noodoplossing wordt in dat geval bij tropische dagen het dak soms natgehouden.

Voor gebouwen waar grote koelmachines worden toegepast volgt eerst een korte beschrijving van de relatie met andere centrale installaties.

De eerste ruimtelijke integratiestap is het maken van de "conceptuele indeling" in: a) centrale installaties, b) installaties voor distributie van warmte, koude en verse lucht in het gebouw en c) installaties voor de verdeling van warmte, koude en lucht in de te klimatiseren ruimten ("eind-apparaten"). Zie figuur 2. De volgende stap is het creëren van ruimte voor deze installaties.



figuur 2 conceptuele indeling van installaties

1.3 Ruimtelijke integratie, dimensioneren van de installatieruimte

Bij het dimensioneren van de installatieruimte bestaan twee trajecten waarin de afstemming op het gebouwontwerp kan worden verfijnd, namelijk: bij het bepalen van het vermogen van de installaties en bij het - op grond van dat vermogen - bepalen van de benodigde ruimte. De mate van de mogelijke verfijning hangt af van het ontwerpstadium. Bij het eerste Ruimtelijke Ontwerp krijgen de installaties voor het eerst aandacht en zal de dimensionering van de installatieruimte meestal "indicatief" zijn. Bij het Voorlopig Ontwerp *kan* de afstemming worden verfijnd met een "globale" bepaling. Wanneer dit *moet* is niet precies aan te geven. Het kan "indicatief" blijven als dit niet tot een ongewenste vormgeving leidt maar met het risico van overdimensionering en daardoor onnodig hoge bouwkosten. Dat is bijvoorbeeld het geval als de ruimte in verlaagde plafonds groter is dan nodig. Een hoogteverschil van 20 cm betekent ruwweg 6% van de bouwkosten.

1.4 Technische ruimten algemene eisen

De centrale installaties moeten in zogenaamde "technische ruimten" worden ondergebracht. Deze ruimten zijn geschikt voor hun doel als ze:

- a. Voldoende ruim en hoog zijn.
- b. Eenvoudig toegankelijk zijn voor onderhouds- en bedieningspersoneel en voor aan- en afvoer van grote installatiedelen en apparaten.
- c. Zo zijn in te richten dat er voldoende ruimte overblijft voor bediening, onderhoud en reparatie: denk aan uitwisselbaarheid en hanteerbaarheid van grote apparaten.
- d. Zo in het gebouw zijn gesitueerd dat leidingen en kanalen van en naar deze ruimten toe eenvoudig zijn aan te brengen in schachten, verlaagde plafonds en kruipruimten. Bovendien moeten deze leidingen en kanalen goed bereikbaar blijven voor controle, onderhoud en reparatie.
- e. Zo geïsoleerd zijn, dat geluid- en trillingshinder in gebouw en omgeving voldoende is beperkt.
- f. Een voldoende hoge vloerbelasting kunnen verdragen ($>4.000 \text{ N/m}^2$),
- g. Voldoende kunnen worden geventileerd (bij calamiteiten op natuurlijke wijze).
- h. Voldoen aan voorschriften en eisen betreffende brandveiligheid.

In de nu volgende paragrafen worden de situering en dimensionering van de technische ruimten besproken m.b.t. koeling. Voor alle technische ruimten geldt dat ze zo moeten worden gesitueerd dat ze tijdens het ontwerp groter of hoger zijn te maken, zonder dat dit tot ingrijpende wijziging van het gebouwontwerp leidt.

1.5 Ruimtebepaling indicatief

Als bij het eerste Ruimtelijke Ontwerp nog weinig bekend is over de thermische eigenschappen van het gebouw, dan kunnen de afmetingen voor centrale koelmachineruimten slechts indicatief worden bepaald. Dat kan op basis van het gebouwvolume. Zie tabel 1.

tabel 1 indicatie afmetingen centrale koelmachineruimte

gebouwvolume	oppervlakte	hoogte
m^3	m^2	m^1
800	8	2,2
2.000	12	2,3
4.000	17	2,5
8.000	25	2,8
20.000	45	3,2
40.000	70	3,4
80.000	90	3,8
200.000	200	4,2
400.000	350	4,5

NB Tabel 1 geldt globaal voor een gelijktijdige koelbehoefte van ca. 25 W/m^3 gebouwvolume. Bij zeer transparante gebouwen en gebouwen met een hoge interne warmtebelasting kan de gelijktijdige koelbehoefte meer dan het dubbele zijn.

De afmetingen van luchtgekoelde condensors/droge koelers en koeltorens zijn eveneens indicatief te bepalen. Dat geldt ook voor compacte, decentraal geplaatste, koelunits. Zie tabel 2.

tabel 2 indicatie afmetingen compacte koelunits, condensors en koeltorens

te koelen gebouwvolume m ³	compacte koelunit	luchtgekoelde condensor l x b x h in m	koeltoren
200	0,6 x 0,7 x 0,4		
400	1,3 x 1,0 x 0,5		
800	2,0 x 1,5 x 1,5	1,8 x 1,5 x 1,5	
2.000	2,3 x 2,0 x 1,0	2,3 x 2,0 x 1,5	
4.000	3,0 x 2,3 x 1,5	2,5 x 1,0 x 2,0	
8.000		2,5 x 1,9 x 2,0	
20.000		5,5 x 2,2 x 1,5	2,5 x 1,8 x 3,2
40.000		8,0 x 2,5 x 2,5	3,4 x 2,5 x 3,8
80.000			3,4 x 3,4 x 4,6
200.000			6,8 x 6,3 x 5,4
400.000			9,9 x 8,6 x 7,4

1.6 Ruimtebepaling globaal

Bij het Voorlopig Ontwerp kunnen de afmetingen van de koelmachineruimten worden gebaseerd op een geschat koelvermogen. Hiervoor wordt in de Nederlandse situatie wel 0,5 à 1,0 maal het verwarmingsvermogen genomen. Met het geschatte koelvermogen en tabel 3 is de vloeroppervlakte en de hoogte van de koelmachineruimte globaal te bepalen. De afmetingen van watergekoelde condensors of koeltorens, die elders een plaats moeten krijgen, zijn in tabel 4 te vinden. Bij toepassing van compacte decentrale koelunits kan de koelbehoefte gelijk worden gesteld aan de warmtebehoefte van de ruimte. Bij zeer transparante ruimten is het beter het dubbele te nemen. De afmetingen van compacte koelunits zijn eveneens in tabel 4 te vinden.

tabel 3 globale afmetingen centrale koelmachineruimte

koelvermogen	type compressor		hoogte
	zuiger	centrifugaal	
kW	oppervlakte m ²	oppervlakte m ²	m ¹
20	8		2,2
50	12		2,3
100	17		2,5
200	25		2,8
500	45		3,2
1.000	70	60	3,4
2.000		90	3,8
5.000		200	4,2
10.000		350	4,5

tabel 4 globale afmetingen compacte koelunits, condensoren en koeltorens

koelvermogen	compacte koel-unit	luchtgekoelde condensor l x b x h in m	koeltoren
kW			
5	0,6 x 0,7 x 0,4		
10	1,3 x 1,0 x 0,5		
20		2,0 x 1,5 x 1,5	1,8 x 1,5 x 1,5
50		2,3 x 2,0 x 1,0	2,3 x 2,0 x 1,5
100	3,0 x 2,3 x 1,5	2,5 x 1,0 x 2,0	
200		2,5 x 1,9 x 2,0	
500		5,5 x 2,2 x 1,5	2,5 x 1,8 x 3,2
1.000		8,0 x 2,5 x 2,5	3,4 x 2,5 x 3,8
2.000			3,4 x 3,4 x 4,6
5.000			6,8 x 6,3 x 5,4
10.000			9,9 x 8,6 x 7,4

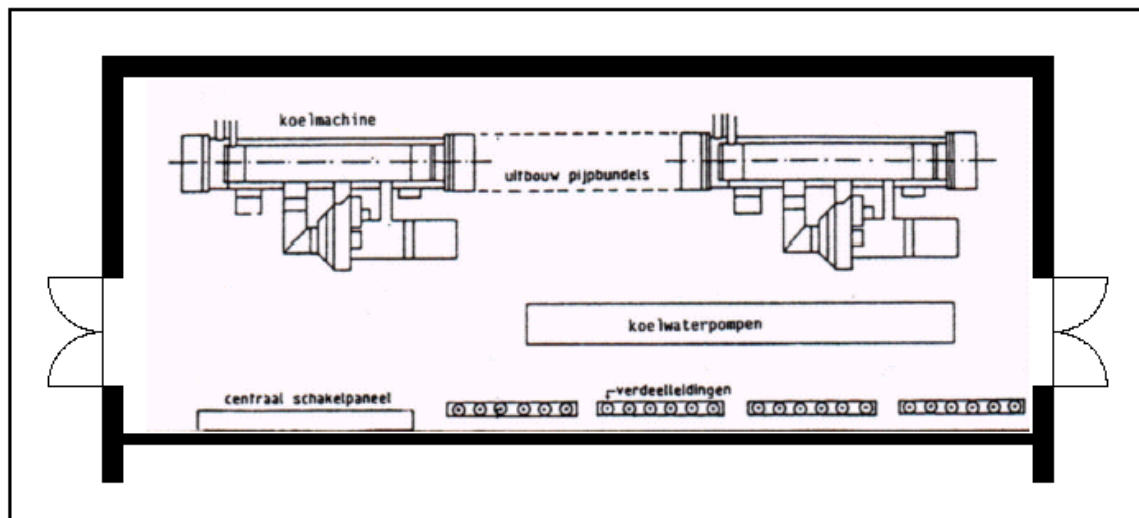
Indien er sprake is van strenge geluideisen naar de omgeving toe, betekent dit dat er voor de afvoer van warmte ventilatoren met een veel lagere snelheid, dus lagere geluidsproductie, nodig zijn. In dat geval is het benodigde oppervlak aan luchtgekoelde condensoren of droge koelers hoger en kan in sommige gevallen zelfs een heel dakoppervlak beslaan. Koeltorens komen dan nauwelijks meer in aanmerking vanwege hun hoge geluidsproductie. Dit kan een reden zijn om in dat geval over te stappen op energieopslag in de bodem.

Een andere reden om meer oppervlak aan droge koelers toe te passen kan zijn om dat daarmee een energiezuiniger koelsysteem mogelijk is. Hoe lager de condensortemperatuur, hoe gunstiger het rendement (COP) van de koelmachine.

1.7 Ruimtebepaling nauwkeurig

Ook voor koelmachineruimten geldt dat het Definitief Ontwerp de laatste kans biedt om de afmetingen goed op het gebouw af te stemmen. Een te kleine ruimte plaatst de installateur voor inbouwproblemen, een te grote ruimte brengt onnodige bouwkosten met zich mee. Een nauwkeurige bepaling van de afmetingen is alleen mogelijk op basis van een berekening van het maximale gelijktijdige koelvermogen. Zo'n berekening is lastig, omdat de koelbehoefte van verschillende ruimten - in de tijd gezien - sterk verandert. Bovendien moet rekening worden

gehouden met het koelvermogen dat nodig is voor het drogen van buitenlucht. Een redelijk nauwkeurige benadering is mogelijk door de koelbehoefte per m³ van een aantal - qua gebruik en oriëntatie - representatieve ruimten te berekenen en het gemiddelde daarvan voor het gebouw als geheel te nemen. Met dit gegeven en de documentatie van leveranciers van koelmachines e.d. is vervolgens een ruimte-indeling te maken. Zie figuur 3 als voorbeeld. Het is niet gebruikelijk dat gebouwtwerpers zo gedetailleerd de koelmachineruimte bepalen. Dit is een taak voor adviseurs en installateurs.



figuur 3 voorbeeld van een indeling van een koelmachineruimte
Weergegeven zijn twee koelmachines, koelwaterpompen, verdeelleidingen en een centraal schakelpaneel.

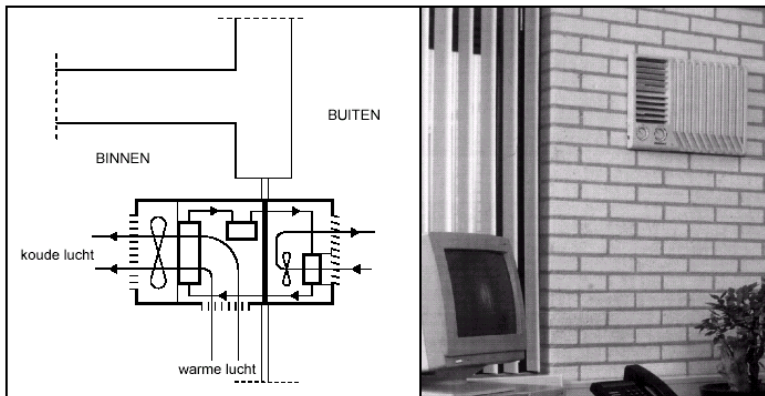
2 Decentrale of kleine koelunits

2.1 Algemeen

Indien er sprake is van een locale of zeer beperkte koudevraag worden vaak decentrale koelunits toegepast die in of dicht bij de te koelen ruimten worden geplaatst (dak, kelder of nevenruimte).

2.2 Raamkoeler

Het eenvoudigste decentrale koelsysteem is de zogenaamde "kamerkoeler". Dit compacte verplaatsbare apparaat bestaat uit een koelaggregaat een ventilator en een filter. Nadeel van dit apparaat is dat voor afvoer van warmte het apparaat met een slang op de buitenlucht moet zijn aangesloten. Kamerkoelers hebben een vermogen tot ongeveer 2 kW. Raamkoelers zijn iets groter en worden in ramen of buitenmuren gemonteerd. Ze hebben vermogens tot 7 kW en kunnen de ruimte met 0,1 tot 0,3 m³/s buitenlucht ventileren. Er zijn ook raamkoelers die door omschakeling als warmtepomp kunnen werken en de ruimte verwarmen. Ten opzichte van centrale systemen hebben raamkoelers voordelen: lage kosten en eenvoudige installatie en vervanging. Nadelen zijn: lawaai, hoog energiegebruik, onderhoudsgevoelig, vaak te droge lucht, tocht en verstoring van het gevelbeeld.

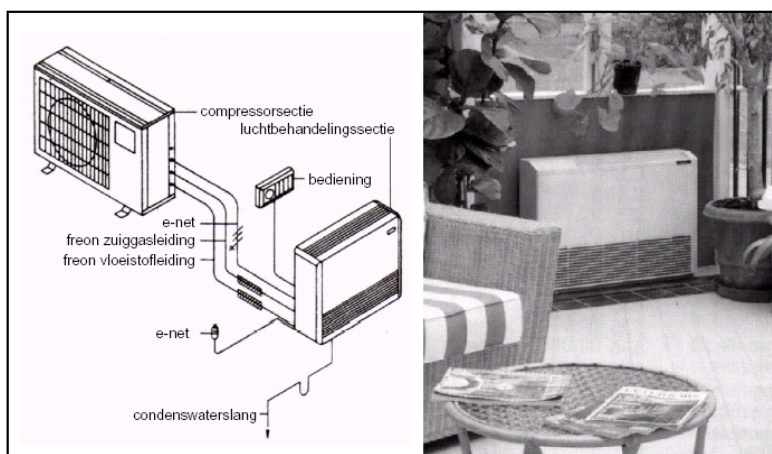


figuur 4 schema van een lokale koelmachine, een raamkoeler (links); ook is weergegeven hoe een lokale koeler in de buitenmuur kan worden ingebouwd (rechts).

Het vermogen van een lokale koeler wordt vooral bepaald door de wijze waarop warmte aan een ander medium buiten de ruimte wordt afgestaan (buitenlucht of iets anders). Een koelkast waarvan de deur wordt opengezet zal om die reden een ruimte niet koelen omdat zowel warmte als koude aan de ruimte wordt afgestaan.

2.3 Gedeeld koelsysteem ("Split"-systeem)

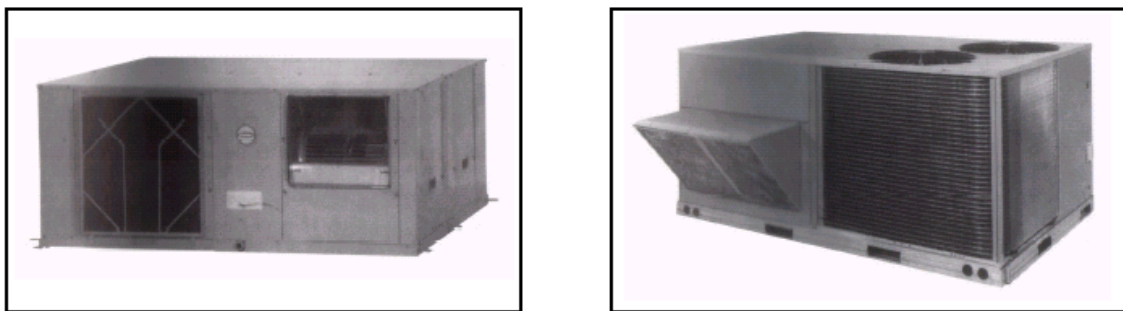
Het gedeelde koelsysteem - meestal aangeduid met "split"-systeem - bestaat uit een binnenunit (verdampers) en een buitenunit (condensator), zie figuur 5. De buitenunit, het meest lawaaiige deel, staat op het dak of op consoles tegen de buitengevel, hetgeen een minder fraai beeld kan opleveren. "Split"-units hebben koelvermogens van 5 tot 20 kW. Men past ze vaak toe om vergader-ruimten, werkplaatsen en winkels te koelen of als aanvulling op een klimaatregelsysteem met beperkt koelvermogen. Het grootste voordeel zijn de flexibele toepassingsmogelijkheden. Afgezien van het lawaai en het (mogelijk) verstoren van het gevelbeeld heeft het gedeelde koelsysteem dezelfde nadelen als de raamkoeler.



figuur 5 schema splitsysteem met een binnen- en buitenunit (links) en een voorbeeld van een opstelling van een binnenunit (rechts)

2.4 "Packaged" koelunit

Een "packaged" koelunit is in principe een grote raamkoeler waarop een kanaal met luchtroosters is aangesloten waarmee koele lucht over een aantal ruimten is te verdelen (figuur 6). De luchtverdeling beperkt de kans op tocht en is een voordeel in vergelijking met de eerder besproken systemen. "Packaged" units zijn als "split"-systeem leverbaar en kunnen met een elektrisch verwarmingselement worden uitgerust of als warmtepomp werken. Ze hebben koelvermogens tot 20 kW. Er zijn ook grote "packaged" koelunits voor plaatsing op het dak met vermogens tot 50 kW. Ze zijn te beschouwen als overgangsvorm tussen centrale en decentrale koelsystemen. Net als bij decentrale systemen is een koelaggregaat ingebouwd. Met centrale systemen hebben ze gemeen dat ze meer klimaatregelfuncties hebben en ze de lucht via een kanaalsysteem naar meer ruimten voeren.



figuur 6 compacte kleine koelmachines (packaged units); voor inbouw boven het plafond (links) en voor dakopstelling (rechts)