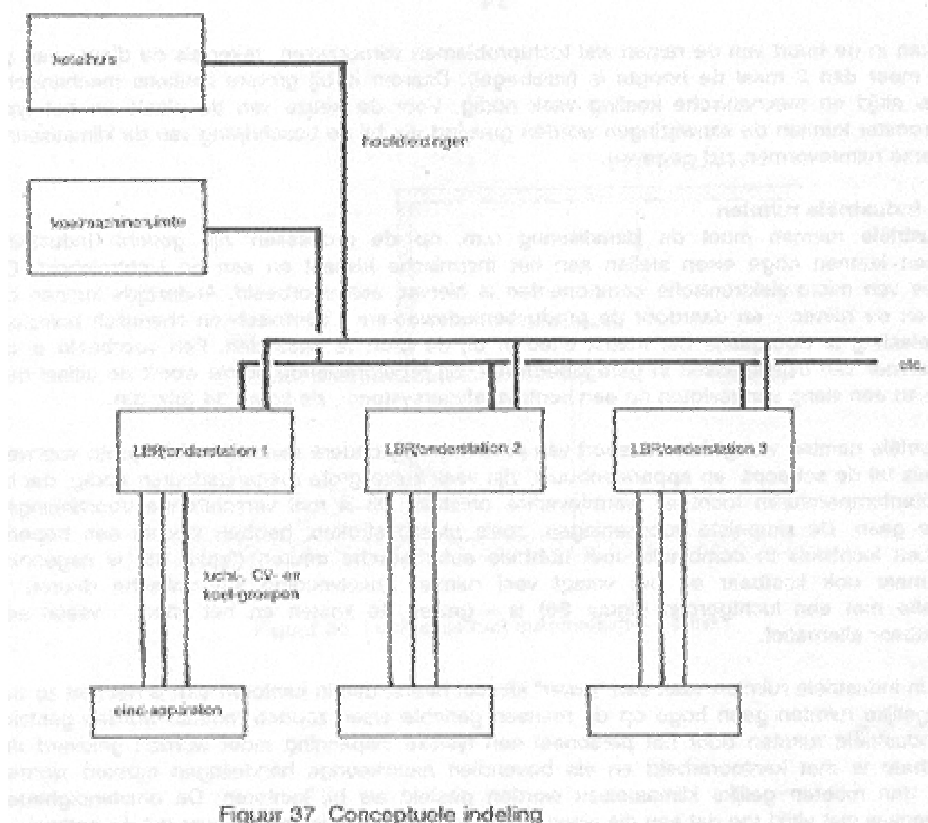


## 5. RUIMTELIJKE INTEGRATIE

### 5.1 Conceptuele indeling

De eerste ruimtelijke integratiestap is de "conceptuele indeling" in: a) centrale installaties, b) installaties voor distributie van warmte, koude en verse lucht en c) installaties voor de verspreiding van warmte, koude en lucht in de te klimatiseren ruimte, de "eindapparaten" [3]. Zie figuur 37. De volgende stap is het creëren van ruimte om deze installaties in het gebouw onder te brengen.



Figuur 37 Conceptuele indeling

### 5.2 Dimensioneren 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. Welke mate van verfijning **mogelijk** is, hangt van het ontwerpstadium af. Bij het eerste ruimtelijke plan, ook wel aangeduid met "structuur-" of "vlekkenplan", krijgen de installaties doorgaans voor het eerst aandacht en zal de dimensionering van de installatieruimte "grof" zijn. Bij het voorlopig ontwerp **kan** de afstemming worden verfijnd. Wanneer een "globale" bepaling **moet** plaatsvinden is feitelijk niet precies aan te geven. In sommige gevallen kan het "grof" blijven, bijvoorbeeld als dit niet tot een ongewenste vormgeving of onnodig hoge bouwkosten leidt. Echter blijkt achteraf vaak, maar niet altijd, dat een grove dimensionering tot overdimensionering en daardoor tot onnodig hoge bouwkosten leidt. Dat is bijvoorbeeld het geval als de ruimte in verlaagde plafonds hoger is dan nodig. Een hoogteverschil van 20 cm betekent ruwweg 6% van de bouwkosten.





Het dak is ook een goede plaats (B). De rookgasafvoer is in dan kort en de ketels kunnen met een hijskraan eenvoudig op hun plaats worden gezet. Dat geldt ook voor een ketelhuis op de bovenste verdieping (C). Dit is evenwel kostbare ruimte. Bij zeer hoge gebouwen (zie ook paragraaf 5.3.5) moeten ketelhuizen soms op tussenverdiepingen worden gesitueerd (D). De kelder (E) kan, maar is - i.v.m. het creëren van explosievoorzieningen en vanwege het keteltransport - vaak minder gunstig. Warm water kan over vele honderden meters worden getransporteerd. In dat opzicht is de plaats van het ketelhuis niet kritisch. I.v.m. pompenergie en warmteverliezen verdient het echter aanbeveling de leidingen zo kort mogelijk te houden. Dus het ketelhuis bij voorkeur zo centraal mogelijk.

Bij complex- of stadsverwarming wordt op een centraal punt heet water ( $>120^{\circ}\text{C}$ , 6 Bar) geproduceerd. In dat geval worden per gebouw warmtewisselaars toegepast. Deze warmtewisselaars, ook wel aangeduid met "tegenstroom apparaat" (TSA), moeten van het hete complex- of stadsverwarmingswater, CV-water van  $90^{\circ}\text{C}$  maken. Uiteraard gelden de eisen i.v.m. brand en explosiegevaar hier niet. Warmtewisselaars zijn niet veel kleiner dan moderne CV-ketels. Worden ze toegepast in een warmtecentrale met een traditionele opzet (met verdelers/verzamelaars etc.), dan ontstaat een ruimte die qua afmetingen ongeveer gelijk is aan een ketelhuis. Bij een minder traditionele opzet worden de warmtewisselaars in een aparte ruimte geplaatst. Vanuit deze ruimte wordt het warme water via hoofdleidingen over het gebouw verdeeld en naar verschillende onderstations gevoerd. Op deze wijze ontstaan meerdere kleine warmtecentrales in het gebouw.

### 5.3.2.2 Ruimtebepaling **Grof**

Als bij het eerste ruimtelijke ontwerp nog weinig bekend is over de thermische eigenschappen van het gebouw, dan is het slechts mogelijk de afmetingen voor het ketelhuis indicatief te bepalen. Dat kan op grond van het bouwvolume. Zie tabel 8.

Tabel 8 Indicatie afmetingen warmtecentrale (ketelhuis)

gebouwvolume $\text{m}^3$	vloeroppervlak $\text{m}^2$	lengte $\text{m}^1$	breedte $\text{m}^1$	hoogte $\text{m}^1$
2000	15	5,7	2,7	3,0
4000	20	6,6	3,0	3,2
10000	40	9,0	4,5	3,4
20000	50	10,0	5,0	3,6
40000	70	11,0	6,5	3,8
100000	135	18,0	7,5	4,0
200000	240	32,0	9,0	4,5

**NB** Tabel 8 geldt voor een warmtebehoefte van ca.  $50 \text{ W/m}^3$  bouwvolume. Bij ziekenhuizen, bejaardenhuizen, e.d. kan de warmtebehoefte het dubbele zijn, zie tabel 9.

### 5.3.2.3 Ruimtebepaling **Globaal**

Ten behoeve van het voorlopige ontwerp worden de afmetingen van ketelhuizen doorgaans gebaseerd op een geschat totaal benodigd verwarmingsvermogen. Tabel 9 geeft dit vermogen per  $\text{m}^3$  gebouw voor verschillende gebouwfuncties. De tabelwaarden zijn inclusief de warmtebehoefte voor luchtverversing, eventuele warmwatervoorziening en 25 % toeslag voor leidingverliezen. Met behulp van dit gegeven en tabel 10 is de globaal benodigde vloeroppervlakte en hoogte van het ketelhuis te bepalen. Deze tabel geldt voor moderne olie- of gasgestookte ketels met ventilatorbranders en bijbehorende installaties, zoals leidingen, expansievaten, verdeler/verzamelaars, meet-en regelapparatuur, en eventuele waterbehandelingsapparatuur.



Tabel 9 Kentallen verwarmingsvermogen  
in  $W/m^3$  bruto gebouwwolume

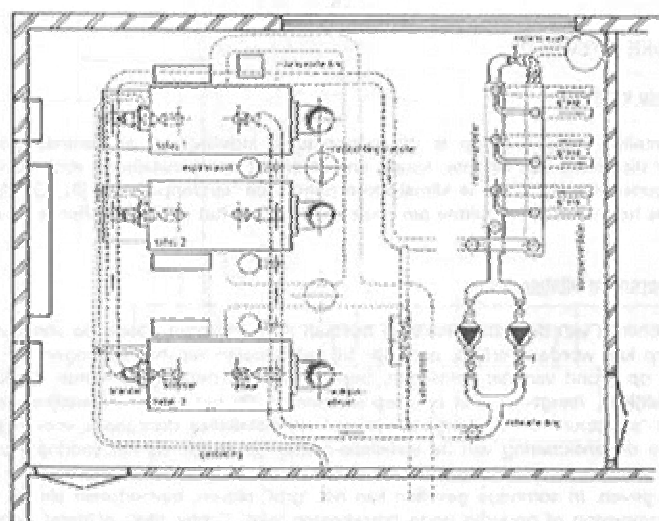
Woningen en kantoren	
zeer goede isolatie	25 – 30
goede isolatie	40 – 50
Sporthallen	40 – 45
Zwembaden	60 – 70
Kleed-doucheruimten	80 – 90
Bejaardentehuizen	60 – 70
Ziekenhuizen	70 – 80

Tabel 10 Globale afmetingen centrale opstellingsruimte CV-ketels

ketelvermogen kW	vloeroppervlak $m^2$	lengte $m^1$	breedte $m^1$	hoogte $m^1$
100	15	5,7	2,7	3,0
200	20	6,6	3,0	3,2
500	40	9,0	4,5	3,4
1000	50	10,0	5,0	3,6
2000	70	11,0	6,5	3,8
5000	135	18,0	7,5	4,0
10000	240	32,0	9,0	4,5

#### 5.3.2.4 Ruimtebepaling **Nauwkeurig**

Het definitieve ontwerp is de laatste kans om de afmetingen van het ketelhuis goed op het gebouwentwerp af te stemmen. Een te klein ketelhuis plaatst de installateur voor inbouwproblemen en beperkt de bereikbaarheid van de installaties. Bereikbaarheid is nodig voor onderhoud en vervanging. Een te groot ketelhuis daarentegen brengt onnodige bouwkosten met zich mee. Een goede afstemming is te bereiken door het warmteverlies van enkele representatieve ruimten te berekenen (zie hoofdstuk 6) en het gemiddelde hiervan (per  $m^3$ ) voor het totale gebouwwolume te nemen. Hierop komt nog een toeslag van 25% voor leidingverliezen. Vervolgens wordt met behulp van gegevens uit de documentatie van leveranciers van verwarmingsketels e.d. een ruimte-indeling van het ketelhuis gemaakt. Zie figuur 39 als voorbeeld. Het is niet gebruikelijk dat gebouwentwerpers zo gedetailleerd de ruimte voor het ketelhuis bepalen. Dit is werk voor adviseurs en installateurs.

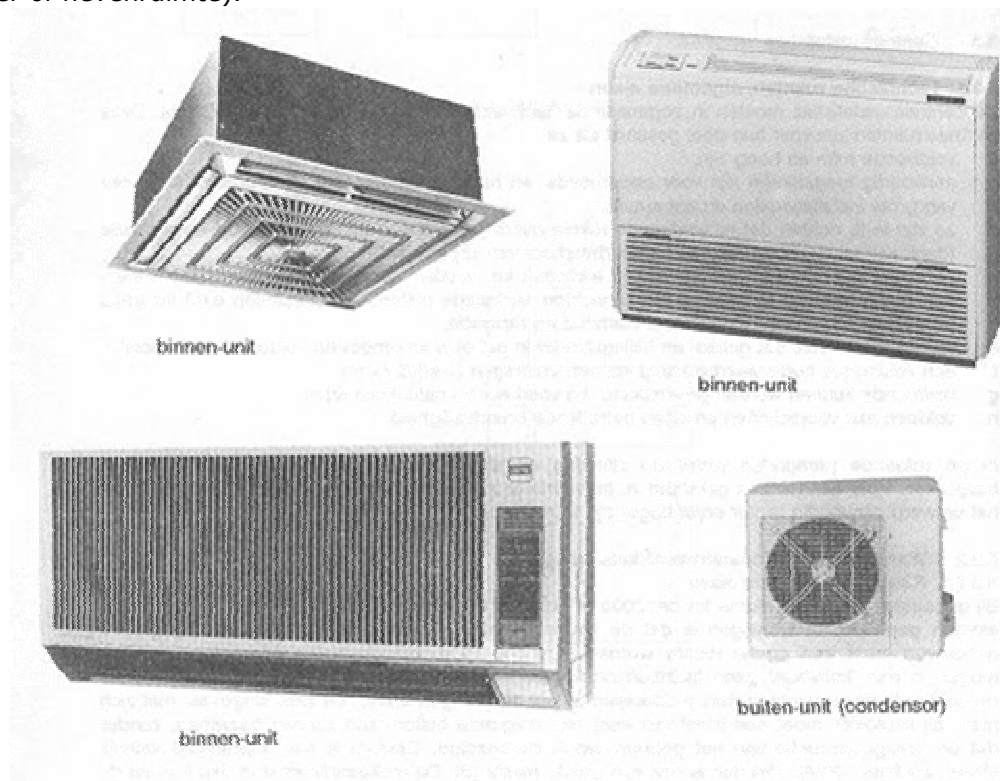


Figuur 39 Indeling ketelhuis (voorbeeld)

### 5.3.3 Koelcentrale (koelmachineruimte)

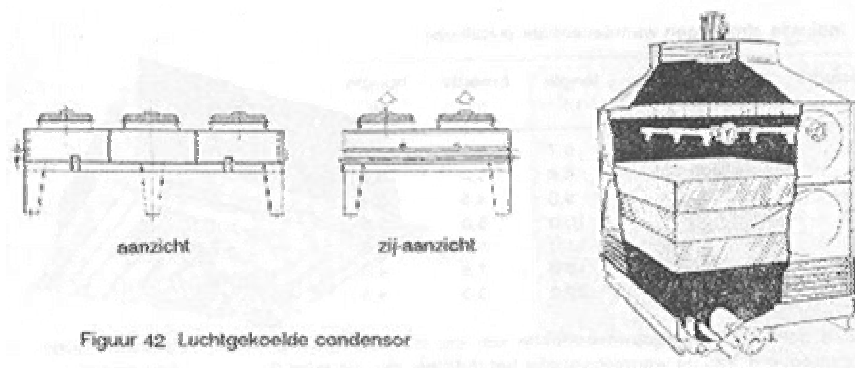
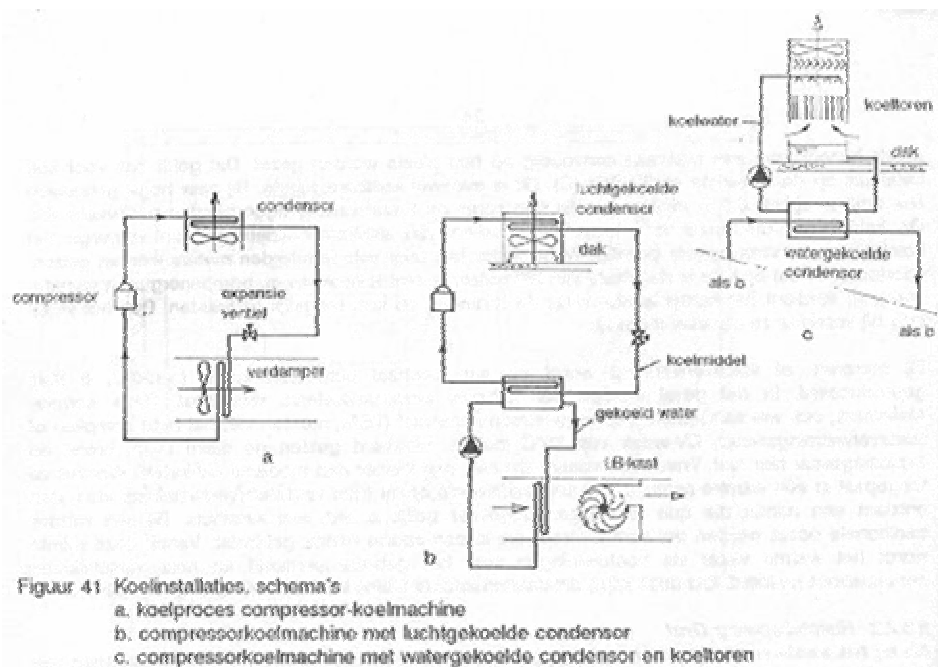
#### 5.3.3.1 Plaats en bijzondere eisen

Mechanische koeling is nodig als koeling door middel van (mechanische) ventilatie met buitenlucht niet toereikend is (zie paragraaf 4.3 en 4.4.1). Zie tabel 5 voor een indicatie. Het kan voorkomen dat in een gebouw slechts enkele ruimten mechanisch moeten worden gekoeld. In zo'n geval worden doorgaans compacte decentrale koel-units toegepast (zie figuur 40), die in of dichtbij de te koelen ruimten worden geplaatst (dak, kelder of nevenruimte).



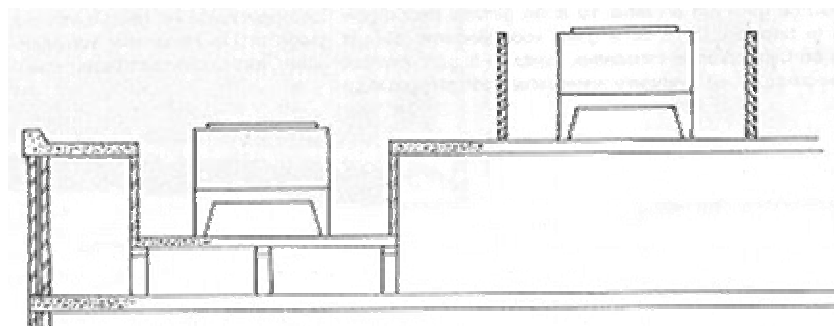
Figuur 40 Compacte decentrale koel-units (split-systeem)

Bij gebouwen die grotendeels moeten worden gekoeld, worden meestal centraal opgestelde koelmachines toegepast. Deze machines produceren veel lawaai. Ze moeten in een geluid- en trilling geïsoleerde ruimte 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 is te transporteren is, in verband met energieverlies, een centrale plaats het gunstigst. Grote centrale koelmachines worden vergezeld door luchtgekoelde condensoren of watergekoelde condensoren in combinatie met koeltorens, zie schema figuur 41. Luchtgekoelde condensoren (figuur 42) en koeltorens (figuur 43) moeten in de buitenlucht worden geplaatst. Condensoren **bij voorkeur** op het dak, koeltorens - vanwege de waterlevel die ze produceren - **altijd** op het dak. Op het dak kunnen deze apparaten aan het oog worden onttrokken met lamellenroosters. Plaatsing verdiept ten opzichte van het dak, bijvoorbeeld op de vloer onder het dak, is ook mogelijk. Bij deze opstelling, moet voldoende ruimte rondom de apparaten aanwezig blijven om de toestroming van lucht niet te belemmeren, zie figuur 44.



Figuur 42 Luchtgekoelde condensator

Figuur 43 Koeltoren



Figuur 44 Verdiepte opstelling koeltoren:luchtgekoelde condensator



### 5.3.3.2 Ruimtebepaling Grof

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 11.

Tabel11 Indicatie afmetingen centrale koelmachineruimte

gebouwvolume m <sup>3</sup>	vloeroppervlak m <sup>2</sup>	hoogte m <sup>1</sup>
800	8	2,2
2000	12	2,3
4000	17	2,5
8000	25	2,8
20000	45	3,2
40000	70	3,4
80000	90	3,8
200000	200	4,2
400000	350	4,5

**NB** Tabel 11 geldt globaal voor een gelijktijdige koelbehoefte van ca. 25 W/m<sup>3</sup> 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 condensoren en koeltorens zijn eveneens indicatief te bepalen, zie tabel 12. Dat geldt ook voor compacte, decentraal geplaatste, koelunits.

Tabel 12 Indicatie afmetingen koelunits, condensoren en koeltorens

te koelen gebouwvolume m <sup>3</sup>	compacte koel-unit	luchtgekoelde condensor Ixbxhinm	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	
2000	2,3 x 2,0 x 1,0	2,3 x 2,0 x 1,5	
4000	3,0 x 2,3 x 1,5	2,5 x 1,0 x 2,0	
8000		2,5 x 1,9 x 2,0	
20000		5,5 x 2,2 x 1,5	2,5 x 1,8 x 3,2
40000		8,0 x 2,5 x 2,5	3,4 x 2,5 x 3,8
80000			3,4 x 3,4 x 4,6
200000			6,8 x 6,3 x 5,4
400000			9,9 x 8,6 x 7,4

### 5.3.3.3 Ruimtebepaling Globaal

Ten behoeve van het voorlopige ontwerp worden de afmetingen voor koelmachineruimten doorgaans gebaseerd op een schatting van het totale gelijktijdige koelvermogen. Hiervoor wordt wel 0,5 à 1,0 maal het verwarmingsvermogen genomen [36]. Vervolgens is met behulp van tabel 13 de globaal benodigde vloeroppervlakte en hoogte van de koelmachineruimte te bepalen. De afmetingen van watergekoelde condensoren of koeltorens, die elders een plaats moeten krijgen, zijn in tabel 14 aangegeven. Bij toepassing van compacte decentrale koelunits kan het benodigde koelvermogen gelijk worden gesteld aan het warmteverlies van de ruimte. Wordt veel



glas en/of geen zonwering toegepast dan is het beter het dubbele van het warmteverlies te nemen. De afmetingen van compacte koelunits zijn eveneens in tabel 14 te vinden.

Tabel 13 Globale afmetingen centrale koelmachineruimte

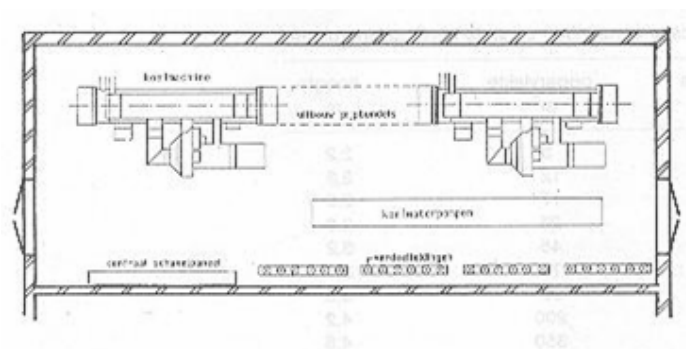
koelvermogen	type compressor		hoogte
	zuiger	centrifugaal	
	oppervlakte		
kW	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>1</sup>
20	8		2,2
50	12		2,3
100	17		2,5
200	25		2,8
500	45		3,2
1000	70	60	3,4
2000		90	3,8
5000		200	4,2
10000		350	4,5

Tabel 14 Globale afmetingen koelunits, condensors en koeltorens

koelvermogen	compacte koel-unit	luchtgekoelde condensor	koeltoren
kW	lxbxh in m		
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
1000	8,0 x 2,5 x 2,5		3,4 x 2,5 x 3,8
2000	3,4 x 3,4 x 4,6		
5000	6,8 x 6,3 x 5,4		
10000	9,9 x 8,6 x 7,4		

#### 5.3.3.4 Ruimtebepaling **Nauwkeurig**

Ook voor koelmachineruimten geldt dat het definitieve ontwerp de laatste kans biedt om de afmetingen goed op het gebouwontwerp af te stemmen. Een te kleine ruimte plaatst de installateur voor inbouwproblemen, een te grote ruimte brengt onnodige bouwkosten met zich mee. Een voldoende nauwkeurige bepaling van de afmetingen is feitelijk alleen mogelijk op basis van een berekening van het maximale gelijktijdige koelvermogen. Dit is zeer lastig, omdat de koellast van verschillende ruimten - in de tijd gezien - sterk wisselend is. Bovendien moet rekening worden gehouden met het koelvermogen dat nodig is voor het ontvochtigen/drogen van buitenlucht. Een redelijk nauwkeurige benadering is mogelijk door de koellast van een aantal representatieve ruimten te berekenen (zie hoofdstuk 6) en het gemiddelde (per m<sup>3</sup>) daarvan voor het gebouw als geheel te nemen. Met behulp van dit gegeven en gegevens uit de documentatie van leveranciers van koelmachines e.d. is vervolgens een ruimte-indeling te maken. Zie figuur 45 als voorbeeld. Het is niet gebruikelijk dat gebouwontwerpers zo gedetailleerd de koelmachineruimte bepalen. Dit is een taak voor adviseurs en installateurs.



Figuur 45 Indeling koelmachineruimte (voorbeeld)