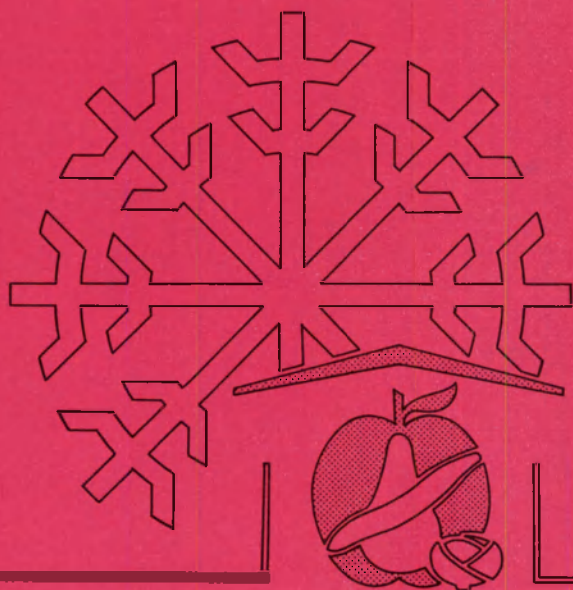


RICHTLIJNEN VOOR DE
KOELCELLENBOUW
VOOR TUINBOUWPRODUKTEN



Praktijkadvies no 19



Sprenger Instituut Wageningen, Haagsteeg 6 · Postbus 17

74627 - No. 19

RICHTLIJNEN VOOR NIEUW TE BOUWEN KOELCELLEN VOOR TUINBOUMPRODUCTEN

Bij de bouw van koelcellen moet worden gelet op de volgende punten:

1. Afmetingen.
2. Constructie (vloeren, wanden, plafonds, deuren).
3. Isolatie.
4. Installatie en capaciteit.
5. Handlingsaspecten.

AFMETINGEN

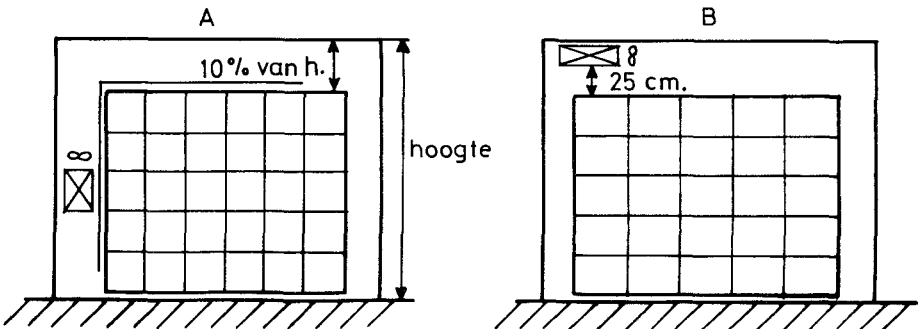
grondvlak

De afmeting van een cel is afhankelijk van:

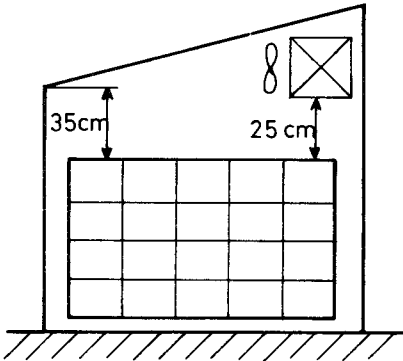
- het toe te passen circulatiesysteem
- arbeidskundige aspecten
- de cel moet bij voorkeur rechthoekig tot vierkant zijn (richtlijn: lengte staat tot breedte als 3 staat tot 2).

hoogte

De hoogte van de te bouwen cel is o.m. afhankelijk van het te gebruiken fust. Voor de celhoogte moet gerekend worden de stapelhoogte plus minimaal 10% van de totale celhoogte als vrije hoogte (tekening A). Bij toepassing van plafondkoelers dient de stapelhoogte niet uit te komen boven een afstand van 25 cm onder de koeler (tekening B).



Eventueel kunnen schuine plafonds worden toegepast. Het laagste punt van het plafond moet nog ongeveer 35 cm hoger zijn dan de stapelhoogte, terwijl de afstand onderkant koeler tot bovenzijde produkt weer minimaal 25 cm dient te zijn.



Hoogtematen van enkele veel voorkomende stapelkisten:

uienkist	1,23 m	koolkist	1,18 m
aardappelkist	1,14 m	fruitkist	0,75 m

Bij bloembollen moet in verband met grotere luchthoeveelheden meer vrije ruimte boven de stapeling worden aangehouden.

Voorbeeld:

Afmetingen koelcel bij gebruik van gaasbakken van 0,75 x 0,50 x 0,17 m (0,8 m voor lengte bak rekenen i.v.m.

luchtruimte tussen de rijen en benodigde manoeuvreerruimte).

Lengte cel: meervoud van 0,8 m b.v. 5,60 m 7,20 m of 9,60 m

Hoogte cel: 4,25 m (20 bakken 20 x 0,17) = 3,40 m

tussenpallets 2 x 0,2 = 0,40 m

luchtruimte 0,45 m

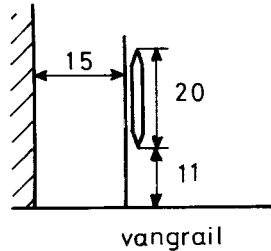
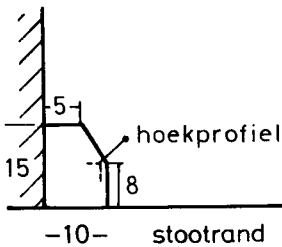
4,25 m

Bij de breedte van de cel rekening houden met eventuele toepassing van paden.

Let op!!! De hiervoor genoemde hoogten van de cel betekenen de netto hoogten tussen vloer en onderzijde van het plafond! Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat in het algemeen voor de goothoogte geldt:
In agrarisch gebied: maximaal 4,30 m
In industriegebied : maximaal 8,00 m.

CONSTRUCTIE

vloeren De vloeren dienen in verband met het gebruik van heftrucks voor het pallettransport vlak te zijn zonder drempels. Voor bescherming van de wanden dient een vangrail of stootrand te worden aangebracht. (Zie tekening, maten in cm).

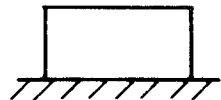
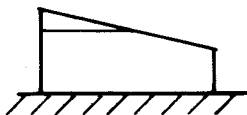


maten in cm.

wanden en plafonds

De wanden dienen vlak te zijn. Steunberen, waarop de kasspannen rusten, moeten aan de buitenzijde worden aangebracht. Langwerpige noodzakelijke obstakels (b.v. lichtarmaturen) dienen evenwijdig aan de luchtrichting te worden aangebracht. De plafonds moeten vlak zijn zonder obstakels. Ze behoeven echter niet horizontaal te zijn.

Voorbeelden van veel voorkomende plafondconstructies.



Boven het plafond dient voldoende ventilatie te worden aangebracht.

koelers Torenkoelers moeten worden vermeden omdat:

- ze dikwijls een efficiënt werken in de cel belemmeren.
- de luchthoeveelheid bij torenkoelers minder goed is te regelen dan bij b.v. plafondkoelers, daar er vaak maar één ventilator is.
- voor een goede luchtverdeling zijn luchtverdeelkanalen aan te bevelen.

CA-cellen Bij de bouw van CA-cellen dienen beveiligingen te worden ingebouwd tegen over- en onderdruk. De afvoeren dienen te worden voorzien van demontabele sifons (zwanehalzen) of van stalpotjes.

deuren Schuifdeur: minimale dagmaat bij gebruik van een heftruck
2,50 m breed en 3,10 m hoog.
Dubbele draaideur: maximale dagmaat:
2,80 m breed en 3,00 m hoog.
Enkele draaideur: minimale dagmaat:
1,10 m breed en 2,50 m hoog.

ISOLATIE Uit energie-oogpunt moet vloer-, wand- en plafondisolatie worden geadviseerd. Deze isolaties moeten op elkaar aansluiten. Wanneer langdurig wordt bewaard, moet veel aandacht aan isolatie worden geschonken. Voor kortdurende opslag (alleen inkoelen) is isolatie van minder belang.

vloerisolatie

Voorbeeld van een goede vloeropbouw van boven naar beneden:

- afscherm laag (b.v. één component) tegen stuiven
- afwerk vloer
- beton (gewapend)
- wegvilt
- isolatie
- dampdichte laag
- werkvloer
- zandbed en/of bouwfolie

De overlapping van de dampdichte lagen (b.v. plastic) van wand en vloer moet minimaal 25 cm zijn.

De overlap moet zorgvuldig verlijmd zijn.

Isolatiewaarde voor de vloer:

Minimaal $0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \sim 0,58 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Bij het ontbreken van een dampdichte laag kan de vloer nat worden. Wanneer er geen vloerisolatie wordt toegepast is het raadzaam om onder de vloer een dampremmende laag aan te brengen (bouwfolie).

Als isolatiemateriaal moet men minimaal polystyreen 20 (P20) of andere materialen met gelijkwaardige isolatiewaarden (zoals polyurethaan, styrofoam of kurk) en drukvastheid toepassen.

wandisolatie

Maximale k-waarde: $0,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \sim 0,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Aan de warme zijde van de isolatie moet zowel voor een prefab als voor een gewone cel een dampremmende laag worden aangebracht. Voor CA-cellen moet extra aandacht aan de dampremmende laag worden besteed.

deurisolatie

Maximale k-waarde: $0,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \sim 0,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Ook in de deur dient een goede dampremmende laag aan beide zijden te worden gemaakt.

plafondisolatie

Maximale k-waarde: $0,2 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \sim 0,23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Ook hier dient aan de warme zijde een dampremmende laag te worden aangebracht.

berekening isolatie

Voor de berekening van de isolatiedikte van vloer, wanden en plafond kan gebruik gemaakt worden van de volgende formule:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_u} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{1}{\alpha_i}$$

k = warmtedoorgangscoefficiënt (kcal/m².h.°C of W/m².K)

α_u = warmte-overdrachtscoëfficiënt van buitenlucht op de wand (kcal/m².h.°C of W/m².K)

d_i = dikte van de isolatielaag (m)

λ_i = warmtegeleidingscoëfficiënt van de isolatielaag
kcal/m.h.°C of W/m.K

d_s = dikte van de steenlaag (m)

λ_s = warmtegeleidingscoëfficiënt van de steenlaag kcal/
m.h.°C of W/m.K

α_i = warmte-overdrachtscoëfficiënt van de wand op de cel-
lucht (kcal/m².h.°C of W/m².K).

De α -waarden zijn te berekenen met de formule:

$$\alpha = 5,8 + 3,9 \cdot v_{\text{lucht}} \quad (v_{\text{lucht}} = \text{luchtsnelheid m/s}).$$

zuigleidingisolatie

Wanneer geen warmtewisselaar is toegepast, moet de zuig-
leiding geïsoleerd worden.

INSTALLATIE EN CAPACITEIT

Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden voor:

- langdurige bewaring (b.v. appels, uien)
- korte bewaring (weekenkoeling van b.v. tomaten, augur-
ken, snijbloemen).

langdurige bewaring

De minimum eis voor afkoeling bij langdurige bewaring is
een maximale tijdsduur van 7 dagen waarbij per dag een
zevende deel van de totale inhoud wordt ingebracht.

Een relatieve luchtvochtigheid van ongeveer 92% moet na
het inkoelen kunnen worden gehandhaafd. Voor preparatie
van bloembollen moet een afkoeltijd van één, maar maxi-
maal drie dagen haalbaar zijn.

korte bewaring

Voor korte bewaring dient steeds een aparte berekening te

worden gemaakt. De capaciteit van een cel voor korte bewaring (dus zeer snelle afkoeling) is afhankelijk van o.a. massa, soortelijke warmte, het aantal graden dat moet worden afgekoeld en de afkoeltijd.

verdamer De verdampercapaciteit dient per cel te worden bepaald. De capaciteit is onder meer afhankelijk van het temperatuurverschil van verdamer en cellucht (t_v). Hoe groter t_v is, des te lager zal de relatieve luchtvochtigheid (r.v.) zijn. Voor een r.v. van minimaal 92% mag de t_v maximaal 7 K zijn bij doorgekoelde lading. Een kleinere t_v dan 5 K bij directe koeling zal in de praktijk doorgaans niet haalbaar zijn.

compressor De compressorcapaciteit dient te voldoen bij een verdampingstemperatuur van -5°C en een condensatietemperatuur van $+40^{\circ}\text{C}$ bij luchtgekoelde condensor. De capaciteit dient per cel en per geval te worden berekend. De compressorcapaciteit dient maximaal gelijk of iets kleiner te zijn dan de verdampercapaciteit.

ventilatoren

De luchtsnelheid tussen de stapels bij goede stapeling moet minimaal 0,2 m/s zijn. De worplengte van de ventilator moet gekozen worden overeenkomstig de afmeting van de cel en het circulatiesysteem. Om uitdroging tegen te gaan en ter besparing van energie is het vaak gewenst dat bij langdurige opslag de circulatiehoeveelheid ten opzichte van die in de periode van koelen wordt gereduceerd (b.v. 50%). Let op of vraag om regelmogelijkheden om dit te kunnen realiseren.

condensor De condensorcapaciteit moet gelijk zijn aan de hoeveelheid af te voeren warmte plus de door de compressor toegevoerde energie. Dit komt ongeveer overeen met 130% van de compressorcapaciteit.

Opstelling: Niet in directe zonnestraling, goede venti-

latie dient mogelijk te zijn.

Bij luchtgekoelde condensors mag in de koude winterperiode de condensortemperatuur en dus de condensordruk niet te laag worden. Mogelijkheden om dit te voorkomen zijn:

- condensordrukregeling
- het af- en bijschakelen van ventilatoren
- afschermen van de condensor.

Eis: de ventilatoren dienen geruisarm te zijn.

Watergekoelde condensors dienen vorstvrij te worden opgesteld. In industriegebieden en langs de kust moet de condensor een beschermlaag hebben tegen agressieve stoffen.

ALGEMENE VOORWAARDEN

Algemeen geldt dat minimaal aanwezig moet zijn:

- voor de luchtcirculatie een keuzeschakelaar voor de ventilatoren (per ventilator: 0-hand-automatisch)
- voor produkten bewaard bij 2°C of lager op de verdampers een ontdooi-inrichting (water, elektrisch, heetgas). De ontdooiwaterafvoerleiding moet een minimale diameter hebben van 4 cm; dit om bevrozing te voorkomen.
- condensordrukregeling bij luchtgekoelde condensors, die los van de compressor staan
- geruisarme ventilatoren; bij watergekoelde condensors een machinekamertemperatuur boven 12°C
- hoge- en lagedrukbeveiliging
- pers- en zuigmanometers
- betrouwbare temperatuurmeters ($\pm 0,2$ K); er dient een geijkte kwikthermometer aanwezig te zijn
- drie temperatuurmeetpunten, verdeeld over de cel
- per bedrijf een psychrometer volgens Assmann
- elektrische aansluiting conform de voorschriften van de elektriciteitsmaatschappijen
- thermostaten.

Er moet een werk- en een waakthermostaat zijn. De maxi-

male differentie mag zijn $\pm 0,4$ K.

De voeler van de thermostaat dient bij langsstroomkoeling geplaatst te zijn op de warmste plaats in de cel in de retourlucht en niet te dicht bij de verdamper in verband met straling en niet boven de deur.

Bij doorstroomkoeling dient de voeler van de thermostaat geplaatst te worden op de plaats waar de lucht de lading uitkomt. Bij het inkoelen van ladingen (losgestort) moet de thermostaat eerst hoog ingesteld worden en daarna geleidelijk omlaag om bevroezingsschade te voorkomen.

Het aflees- en regelapparaat van het type 'vloeistof-gas gevuld' moet in een ruimte zijn opgesteld die een hogere temperatuur heeft dan de celluchttemperatuur. Eventueel wordt deze apparatuur geplaatst in een kastje, dat verwarmd kan worden door een gloeilamp of waarbij gebruik wordt gemaakt van de zgn. autotrace (het inschakelen van een verwarmingselement wanneer de temperatuur beneden een bepaald minimum komt).

Elektronische thermostaten zijn ongevoelig voor omgevings-temperatuur maar wel gevoelig voor zwerfstromen en spanningsverlies.

HANDLINGASPECTEN

Voor een vlotte in- en uitslag van het produkt moeten:

- er in de cel geen obstakels zijn
- deuren zowel van buiten als van binnen geopend kunnen worden
- CA-cellen voorzien zijn van een slot
- draaideuren opdraaiende scharnieren hebben
- deuren een goede afdichting hebben
- deuren die veel openstaan van strokendeuren of luchtgordijnen zijn voorzien
- CA-cellen voorzien zijn van een mogelijkheid om gasconcentraties te meten
- alle cellen voorzien zijn van temperatuurmeters (wijzerthermometers zijn niet betrouwbaar)

- in CA-cellen een leiding zijn om de lekdichtheid te meten (buisdiameter: 50 mm)
- gangen voor of tussen koelcellen minimaal 4 m breed zijn
- vloermarkering aanwezig zijn om fout stapelen te voorkomen.

ventilatie Voor alle cellen dient luchtverversing mogelijk te zijn en wel zodanig dat de verse lucht via de verdamper in de cel komt en er door een opening in het plafond weer uit kan. Voor bloembollen moet de toevoeropening zo groot zijn, dat de lucht er met een snelheid van ca. 4 m/s doorheen kan stromen.

De ventilatiecapaciteit hangt af van het te conditioneren produkt.

Fruit en groente: ventilatievoud 3-4 keer per dag.

Bloembollen : ventilatievoud is afhankelijk van:

- de soort bollen
- ethyleenproductie.

veiligheid - Beveiliging van personen.

De personen die in het koelhuis werkzaam zijn behoren te worden beschermd tegen de risico's van de bedrijfsuitoefening. Een eerste eis is dat de elektrische installatie goed geaard is. Bij het betreden van een gekoelde ruimte moet men doelmatige kleding dragen.

Bij het betreden van een CA-cel dient het zuurstofgehalte voldoende op peil te zijn.

De heftruck moet voorzien zijn van een stalen frame tegen vallende kisten.

Koelceldeuren moeten ook van binnenuit geopend kunnen worden. Deuren die met behulp van perslucht geopend en gesloten kunnen worden, moeten ook met de hand te bedienen zijn.

- Beveiliging van installatie en klimaat.

Er dient een waarborg aanwezig te zijn tegen weigering van automatische apparatuur. Voor de temperatuur betekent dit dat er een waakthermostaat in de cel geplaatst moet worden die ca. 1°C lager wordt ingesteld

dan de normaal toelaatbare temperatuur.

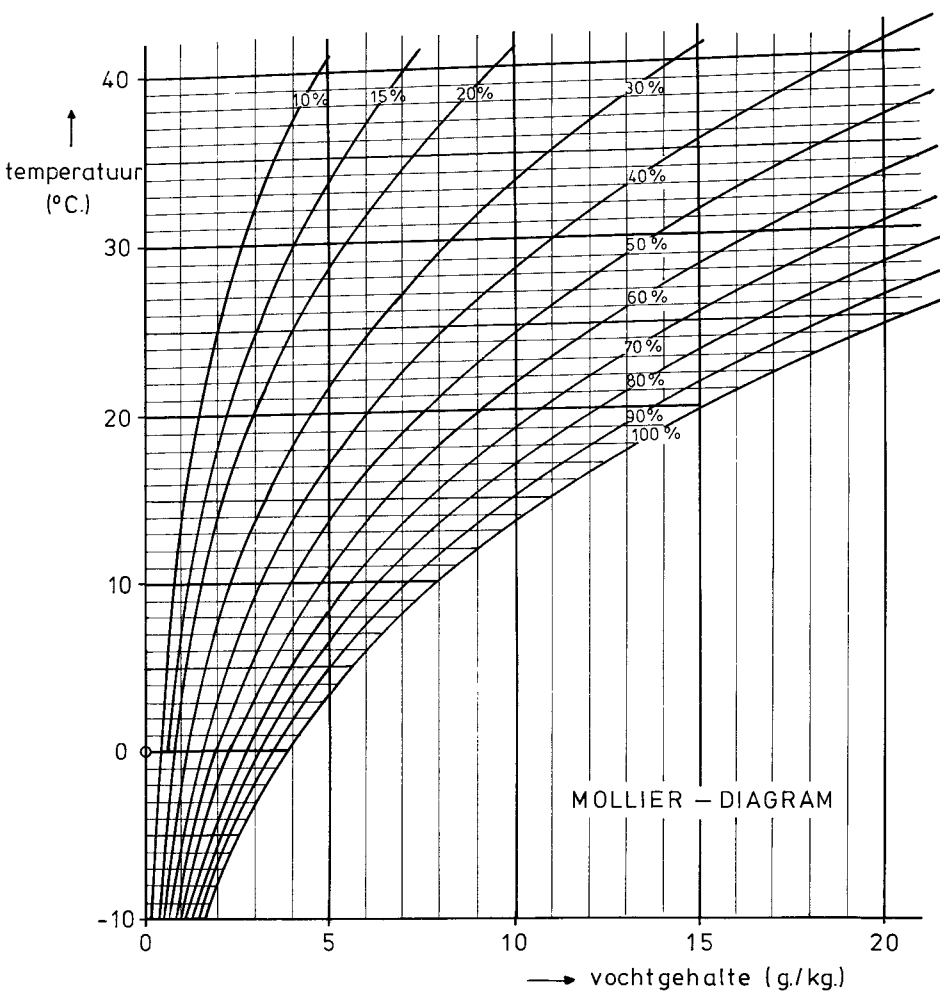
Automatische beveiligingen tegen doorbranden van motoren, tegen te hoge condensordrukken en dergelijke mogen onder geen voorwaarde achterwege blijven.

Beveiligingsapparatuur dient zodanig geconstrueerd te zijn, dat na het in werking treden, de betreffende installatie niet meer automatisch opnieuw kan worden ingeschakeld.

ijkadressen Enige ijkadressen voor thermometers:

Kon's Edelgas	Torricelli	TFDL
Energieweg 3	Waranda 42	Mansholtlaan 12
LEERDAM	SCHIEDAM	WAGENINGEN

Inlichtingen over de bouw van koelcellen worden verstrekt door het Sprenger Instituut, Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen tel. 08370-19013 en door de Specialisten Technologie van de regionale Consulentschappen voor de Tuinbouw.



Sprenger Instituut
Wageningen