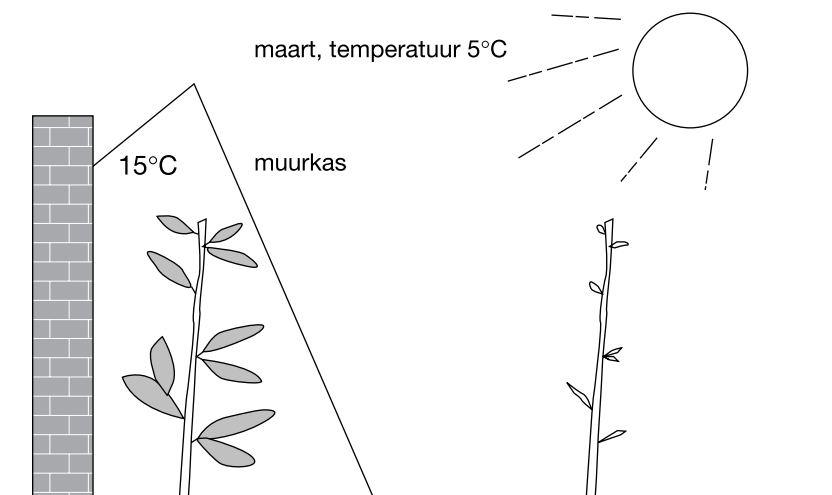

Bescherming van de planten

Oriëntatie

In Nederland is het seizoen voor teelten in de volle grond kort. In het voorjaar, het najaar en de winter is er te weinig licht en de temperatuur is te laag voor een goede groei. Toch slagen tuinders er al meer dan honderd jaar in het groeiseizoen te verlengen. Hierdoor kunnen ze tuinbouwproducten over een langere tijd verkopen, zodat hun inkomen hoger is en meer gespreid is over het jaar. Door de gewassen te beschermen met folie of glas wordt vooral de kou buiten gehouden. Het binnenvallende zonlicht wordt in warmte omgezet, zodat de temperatuur over een langere tijd op een hoger peil blijft. Het groeiseizoen wordt daardoor langer. In figuur 1 kun je dit principe zien aan de hand van de muurkas. Door kassen te verwarmen met kachels kun je het groeiseizoen nog langer maken.

Fig. 1

De voorloper van de huidige kassen was de muurkas. Bij kastelen en kloosters werden vroeger kassen gebouwd tegen zuidmuren. In het late voorjaar groeiden de gewassen in de kassen veel sneller dan buiten.



Met telen onder glas kun je de factor 'temperatuur' redelijk beheersen. Maar de factor licht blijft in Nederland altijd een probleem. In de winter is er gewoon te weinig licht om gewassen goed te laten groeien. Verlichten met lampen is duur en levert niet bij alle teelten rendement op. Daarom is geprobeerd de kassen steeds lichter te maken. De oudere kassen hadden veel schaduwgevende delen die licht tegenhielden. Moderne kassen zijn veel lichter. De grote kassen zijn echter niet de enige beschermingsvormen. In dit hoofdstuk worden zes soorten beschermingsvormen behandeld aan de hand van praktijkvoorbeelden.

1 Verschillende tunnels en kassen

Je hebt meerdere mogelijkheden om een teelt tegen weersinvloeden te beschermen. Deze variëren van een lage tunnel tot een breedkapperkas. De keuze van de beschermingsvorm is afhankelijk van de teelt, de teeltomstandigheden en de financiële mogelijkheden van de tuinder. Kwekers kunnen kiezen uit de volgende mogelijkheden:

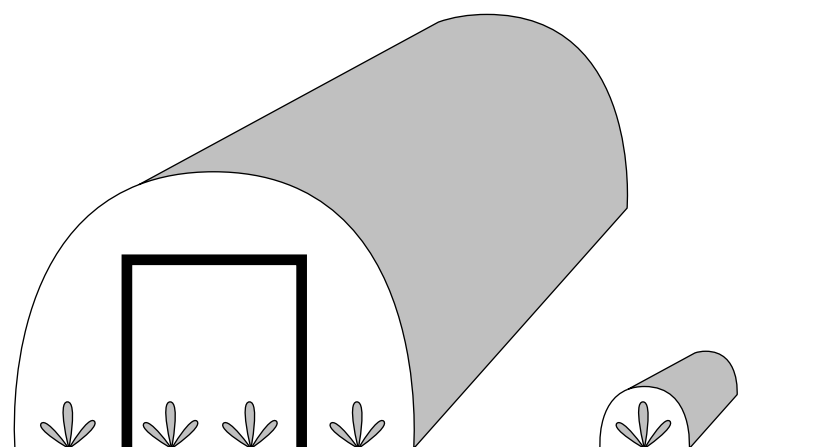
- lage tunnel;
- hoge tunnel;
- foliekas;
- rolkas;
- Venlokas;
- breedkapper.

Lage tunnel

Dit type tunnel wordt vaak gebruikt om de oogst in het voorjaar te vervroegen of in het najaar te verlaten. Boomkwekers gebruiken de lage tunnel om vorstschade aan hun gewas te voorkomen. Deze tunnels worden gebouwd met slagvaste pvc-buizen van 210 cm lang. De buizen worden om de 2,5-3 meter als bogen in de grond gestoken. Over deze bogen wordt vervolgens folie zeer strak gespannen om stormschade te voorkomen. Als je maar zelden in de tunnel hoeft te zijn, breng je aan de randen van de folie zand aan. Moet je echter regelmatig in de tunnels zijn om te werken of te luchten, dan wordt de folie met touw op de bogen gehouden. In de pvc-buizen worden gaatjes geboord waar spijkers doorheen gaan. Deze spijkers gebruik je om het touw vast te zetten. Met deze manier van bouwen kun je het plastic omhoog of omlaag schuiven. Bij zeer zware wind moet je echter nog zandzakken gebruiken om stormschade te voorkomen.

Fig. 2

Om in een lage tunnel te kunnen werken, moet je de folie verwijderen of omhoog schuiven. In een hoge tunnel is dit niet nodig. Boomkwekerijgewassen passen wel in een hoge tunnel, maar vaak niet in een lage.



Hoge tunnel

De hoge tunnel is meestal een tunnel die permanent op dezelfde plaats blijft staan en is doorgaans gebouwd van veel duurzamere materialen. De bogen zijn meestal van gegalvaniseerd ijzer en de folie is duurzaam. In sommige gevallen zijn de bogen vervangen door een ventilator die ervoor zorgt dat de folie als een tunnel overeind

blaastunnel blijft staan. Dit noem je een *blaastunnel*. Het onderhoud aan tunnels bestaat meestal uit het om de vijf jaar vervangen van de folie. Als je dit werk uitvoert op een warme windstille dag in de zomer dan komt je folie mooi strak te liggen als het kouder wordt. Als het te hard waait, is het bijna onmogelijk om het plastic op de bogen te krijgen. Hoge tunnels zijn duurder dan lage tunnels, maar ze hebben als voordeel dat je er gemakkelijk in kunt werken en dat je meer vervroeging of verlating van je productie kunt realiseren. Bovendien zijn de kosten voor overwintering lager dan in een kas. Op sommige bedrijven zijn dit soort tunnels verrolbaar gemaakt, zodat je ze in een seizoen bij meerdere gewassen kunt gebruiken.

Foliekas

Foliekassen zijn eigenlijk aan elkaar gekoppelde tunnels. Ze zijn goedkoper te bouwen dan losse tunnels of een glazen kas. Een foliekas heeft drie voordelen ten opzichte van hoge tunnels.

- Bij een tunnel ben je gebonden aan bepaalde breedtematen. Een foliekas kun je bouwen in elke gewenste oppervlakte.
- Bij een groot teeltoppervlak moet de tuinder meerdere tunnels naast elkaar bouwen, terwijl er maar één foliekas nodig is. Dat levert ruimte op. Bij losse tunnels heb je immers ruimte nodig tussen de tunnels.
- In een foliekas is het klimaat in het algemeen beter te regelen dan in een tunnel, omdat je bij de meeste foliekassen het dak volledig kunt openen.

Soms worden foliekassen gebouwd met dubbele folie. Met een ventilator breng je lucht tussen de lagen folie. Als je deze foliekassen gaat verwarmen, heeft deze luchtlaag een isolerend effect.

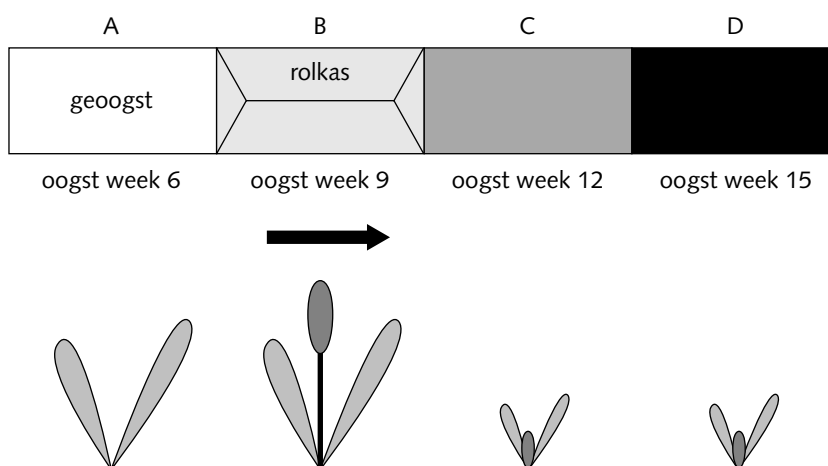
Rolkas

Er zijn gewassen die zich slecht ontwikkelen in een kas. Dit is het geval met bepaalde bolbloemen en vaste planten. Deze planten hebben een bepaalde hoeveelheid koude nodig om een goede bloem te ontwikkelen. In dit geval is de rolkas een goede oplossing.

Een rolkas is een rechthoekige constructie van staal, aluminium en glas die je verplaatst over een rail die op het perceel ligt. In figuur 3 kun je zien hoe je een rolkas kunt gebruiken. De teler verdeelt een perceel in vier stukken. Hij plant de bollen of vaste planten. De rolkas komt eerst boven perceel A te staan. Door de bescherming wordt het gewas op perceel A eerder in bloei getrokken. Nadat perceel A is geoogst, wordt de rolkas verplaatst naar perceel B, dat vervolgens in bloei getrokken wordt. Zo krijgt de teler een ideale spreiding van zijn productaanbod. Het geoogste product is vroeger en heeft een betere kwaliteit. Met een kleine oppervlakte kas kun je een groot stuk teeltoppervlak vervroegen of verlaten. Rolkassen kun je zo nodig verwarmen.

Fig. 3

Dit stuk grond is verdeeld in vier stukken. Door het verplaatsen van de rolkas kan een tuinder het buitengewas vervoegen. Na de oogst kan hij er weer een nieuw gewas planten.



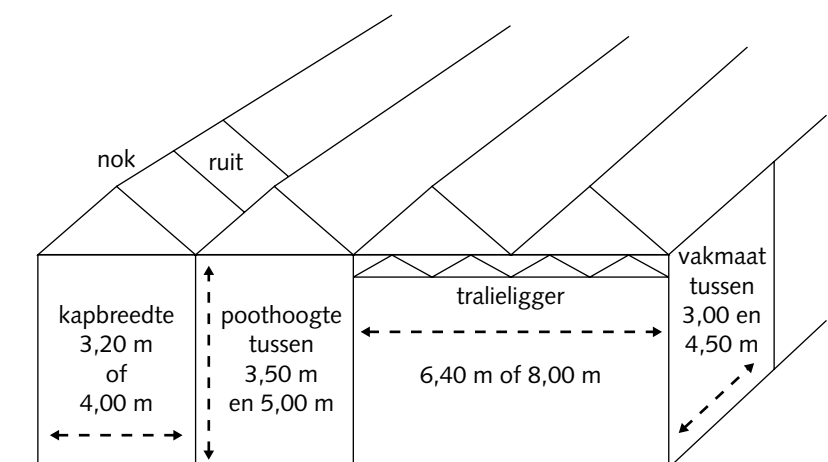
Venlokas

Het meest gebouwde kastype is de Venlokas ook wel het Venlowarenhuis genoemd. De onderbouw bestaat uit kaspoten waarop horizontaal liggers en dragende goten zijn gemonteerd. De liggers hebben soms de vorm van een tralieligger. Je noemt dit een *tralieligger*. Op de onderbouw komt het dek te liggen. Het dek bestaat uit de roeden, het glas en de nok. De kapbreedte was vroeger standaard 3,20 m en de afstand tussen de kaspoten, evenwijdig aan de goot, 3,00 m.

Traditioneel stond dus bij de Venlokas onder iedere goot een rij kaspoten. Dit beperkte de teelt- en werkruimte. Tegenwoordig is deze constructie daarom vervangen door een geraamte waarbij om de goot een rij kaspoten staat. Een (tralie)ligger draagt de tussenliggende goot. Hierdoor komt de helft van de kaspoten te vervallen (zie figuur 4). De overspanning wordt daardoor vergroot tot 6,40 m. Door deze wijziging ontstaat er meer teelt- en werkruimte. Bovendien valt er meer licht op de planten door het kleinere aantal licht onderscheppende kaspoten.

Fig. 4

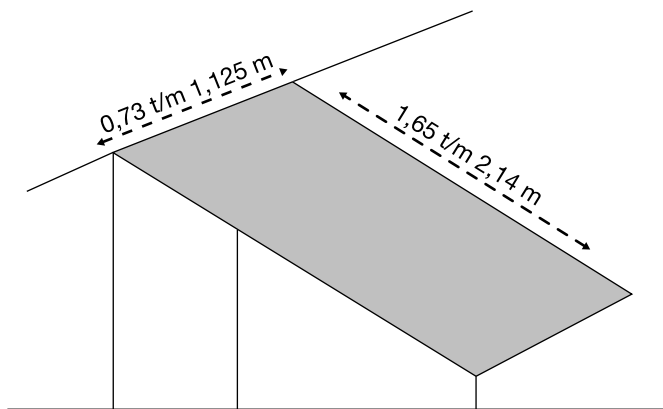
In de loop van de tijd zijn de kapbreedte, vakmaten en poothoogte van de Venlokas groter geworden. Dit komt vooral door de invoering van de tralieligger, zodat er minder kaspoten nodig zijn voor het dragen van de kas.



Deze ontwikkeling heeft zich, dankzij zwaardere constructies, verder doorgezet. Momenteel worden zelfs Venlokassen gebouwd met overspanningen tot en met

vakmaat 12,80 m. Ook de afstand tussen de kaspoten, ofwel de *vakmaat*, is in de loop der jaren steeds verder vergroot. Sinds de invoering van glas met een breedte van 1 m en meer is de *vakmaat* 4 of 4,50 m geworden. De traditionele standaardruit in het Venlodek van 0,73 m breed en 1,65 m lang is niet meer gewenst. Ook de ruiten van de Venlokas hebben nu grotere afmetingen. Er zijn dan minder roeden nodig in het dek, waardoor je minder schaduw in de kas hebt.

Fig. 5
De traditionele glasmaat van 0,73 bij 1,65 m is gegaan naar 1,125 bij 2,14 m. Hierdoor zijn er minder roeden nodig en dat geeft minder schaduw.



Tegenwoordig wordt hoofdzakelijk glas gebruikt met een breedte van ongeveer 1 m of, en dat is de meest gebruikte maat, 1,125 m. De lengte is vergroot naar 2,08 of 2,14 m bij een 4-meter-kap. Ook de goothoogte is in de loop van de tijd aangepast. Venlokassen hebben nu standaard een poothoogte van 3,50 tot 5,50 m.

De tuinder heeft nu veel keus bij het zoeken naar het geschikte model Venlokas. Mogelijkheden zijn:

- 6,40 m tralieligger met twee kappen van 3,20 m;
- 8 m tralieligger met twee kappen van 4 m;
- 9,60 m tralieligger met twee kappen van 4,80 m;
- 12 m tralieligger met drie kappen van 4 m;
- 12,80 m tralieligger met drie kappen van 4,27 m;
- 12,80 m tralieligger met vier kappen van 3,20 m.

De Venlokas is steeds gemoderniseerd. Nieuwe materialen hebben het mogelijk gemaakt om de kas sterker, ruimer en lichter te maken. Een paar speciale uitvoeringen van de Venlokas zijn:

- de kasschuur;
- de schuurkas;
- de cabrioletkas.

Kasschuur

De goedkope manier van bouwen van een Venlokas wordt ook vaak toegepast voor het bouwen van schuur- of verwerkingsruimte. Het dak en een gedeelte van de wanden bedek je dan met sandwichplaten om licht en temperatuur zo optimaal mogelijk te maken. Voor de bollenteelt dek je de kasschuur met glas, zodat je in deze ruimte ook nog kunt broeien. Een nadeel van de kasschuur vormen de standers in de ruimte.

Schuurkas

De schuurkas heeft dezelfde constructie maar nu is het geraamte zo gemaakt dat er geen poten in de werkruimte staan. Deze manier van bouwen is duurder, omdat een zwaardere constructie nodig is die speciaal gemaakt moet worden.

Cabrioletkas

opentop-kas

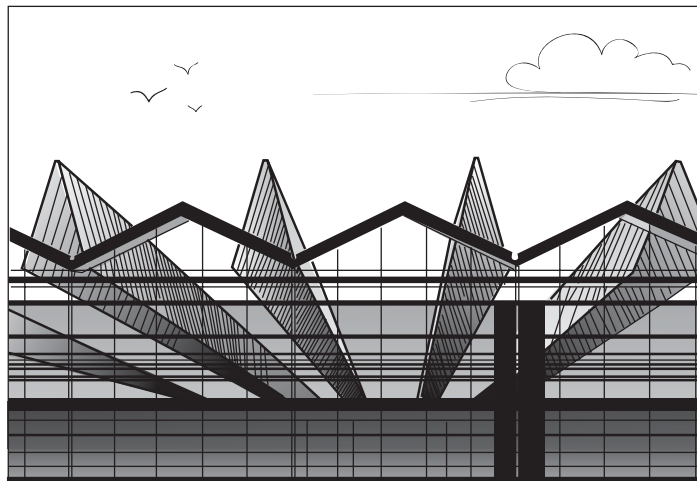
De cabrioletkas is eigenlijk een Venlowarenhuis waarvan je het dek volledig kunt openen. Dit type wordt ook wel *opentop-kas* genoemd. De kas is vooral populair bij kwekers die hun gewas willen afharderen aan het eind van de teelt zoals boomtelers of plantenkwekers. Met de cabrioletkas is het mogelijk om bijna volledig te luchten. Tegelijk kun je een scherm of zelfs assimilatielampen ophangen. Belangrijk bij deze kassen is de snelheid waarmee je het dek kunt sluiten bij regen of storm.

Er zijn grofweg drie type cabrioletkassen:

- folie op rol;
- harmonicadak;
- scharnier op gootrand.

Fig. 6

Doordat het dak van de kas geheel open kan, combineer je het telen in een kas met het telen buiten.



Bij folie op rol hangt onder de nok of in de goot een rol met folie. Die rol kan zeer snel worden uitgerold of weer worden ingerold. Het grote voordeel van dit type cabrioletkas is het ontbreken van staande wanden tijdens het luchten. De kosten zijn gelijk aan die van de normale kas.

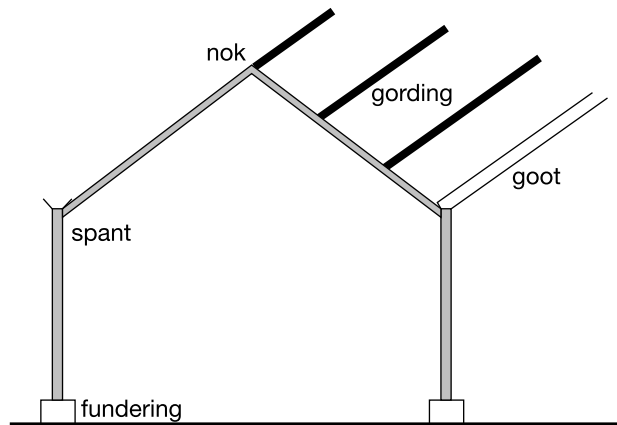
Bij het harmonicadak zijn beide kanten van het dak in de nok aan elkaar bevestigd met een scharnier. Ze scharnieren ook bij een van de goten. Tijdens het luchten schuiven beide kanten van het kasdek naar die goot. Deze constructie is erg stevig, maar onderschept wel meer licht. De kosten zijn 80-100 procent hoger dan bij een normale kas.

Bij scharnier op gootrand is het kasdek door een scharnier bevestigd aan de goot. De kas klapt open bij de nok en de ramen komen bijna recht boven de goot. Er zijn systemen te koop waarbij je de twee verschillende dekhelften afzonderlijk kunt bedienen. Hiermee kun je inregenen voorkomen. Dit type is ongeveer 20-50 procent duurder dan de normale kas.

Breedkapper

De constructie van een breedkapper bestaat gewoonlijk uit een geraamte van stalen spanten waarop gordingen zijn bevestigd. Tezamen met de goot dragen deze gordingen de glasroeden en het glas (zie figuur 7). In tegenstelling tot de Venlokas heeft de breedkapper meerdere ruiten tussen de goot en de nok. De goten en gordingen zijn gemaakt van staal of aluminium, de glasroeden hoofdzakelijk van aluminium. Hoewel met name in het Aalsmeerse glastuinbouwgebied veel maatwerk voorkomt, is de overspanning van spanten-/kapbreedte gestandaardiseerd op 6,40, 8, 9,60 en 12,80 m. Tegenwoordig is ook bij de breedkapper het gebruik van glas breder dan 1 m standaard geworden.

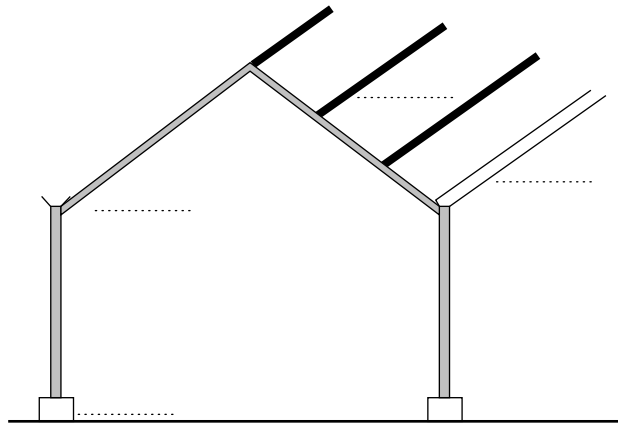
Fig. 7
Het geraamte van een breedkapper bestaat uit spanten, goten en gordingen.



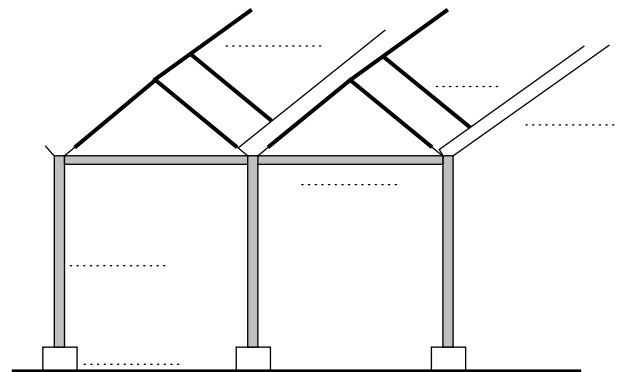
Ten opzichte van een Venlokas heeft een breedkapper bij gelijke kaspothoogte een grotere luchtinhoud. Dit kan klimatologische voordelen opleveren. Ook de specifieke doorlopende nokluchting kan bij de keuze voor dit kastype een belangrijke rol spelen.

- Vragen 1** a Als je in de praktijk over kassen praat, moet je de verschillende onderdelen van de kas kunnen benoemen. Neem figuur 8 over en noteer de juiste namen bij de onderdelen van de breedkapper en de Venlokas.

Fig. 8 Onderdelen van de breedkapper en een Venlokas



Kastype:



Kastype:

- b In de volgende tabel worden onderdelen van het geraamte van de kas genoemd. Onder de tabel staan functies/eigenschappen van kasonderdelen. Neem de tabel over en noteer achter elk onderdeel de passende functie/eigenschap. Bij elk onderdeel kunnen meer omschrijvingen passen.

Onderdeel	Functies/eigenschappen
kaspoet	
tralieligger	
goot	
spant	
gording	

Functies/eigenschappen:

- draagt het dek;
- draagt de gordingen;
- draagt de goten;
- de verbinding tussen twee kaspoten;
- bestaat uit twee kaspoten en twee schuine liggers;
- draagt een tussenliggende goot;
- verbindt de spanten met elkaar;
- de verbinding tussen twee kaspoten.

- c Zijn de volgende beweringen over de breedkapper en Venlokas waar of niet waar?
- 1 De vakmaat is de afstand tussen twee kaspoten in de lengte van de goot.
 - 2 Bij een Venlokas is traditioneel de kapbreedte 3,20 m en de vakmaat 3 m.
 - 3 Bij een Venlokas liggen tussen goot en nok meerdere ruiten.
 - 4 Bij een breedkapper van 6,40 m en een Venlokas met een tralieligger van 6,40 m met even lange kaspoten liggen de nokken op dezelfde hoogte.
 - 5 Tussen goot en nok bevinden zich roeden waarop het glas rust.
 - 6 De traditionele standaardruit in het Venlodek is 1 m breed.
 - 7 Een spant bestaat uit twee kaspoten met daartussen twee gordingen die samenkomen in een nok.
 - 8 Bij een Venlokas draagt een tralieligger van 6,40 m twee tussenliggende goten.
- d Waarom zijn nieuwe kassen veel lichter dan oudere kassen?

2 Bouw van de kas

Je weet nu hoe een breedkapper en een Venlokas in elkaar zitten. Ook heb je de onderdelen van het geraamte van beide kastypen leren kennen. In deze paragraaf leer je hoe een kas gebouwd wordt. Hierdoor begrijp je beter hoe je een kas moet onderhouden.

Bij het bouwen van een kas heb je een programma van eisen waarin de volgende aspecten een rol kunnen spelen:

- de eisen die het geteelde gewas aan de kas stelt;
- de plaats waar de kas moet komen;
- de aan- en afvoerwegen, de plaats van de bedrijfsruimte en het ketelhuis en het interne transport;
- de verwarmingssystemen;
- de mogelijkheden van energiebesparing;
- de uitbreidingsmogelijkheden;
- de benodigde ventilatiecapaciteit;
- de gemeentelijke verordeningen betreffende de bouw- en milieueisen.

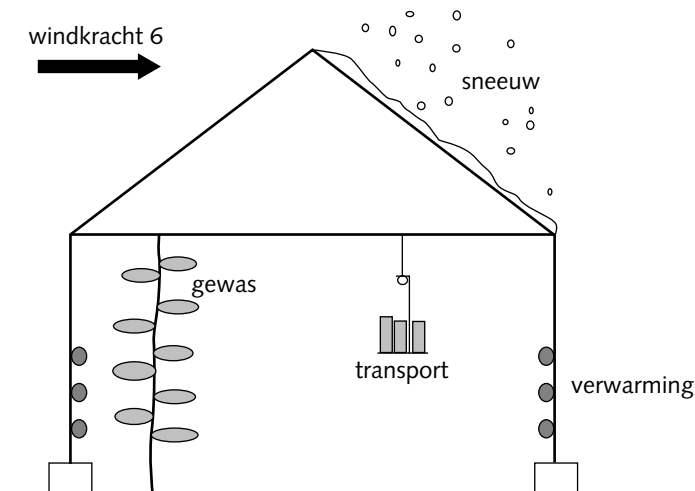
Op grond van het programma van eisen maakt de tuinder een voorlopig plan met een kostenraming.

Fundering

Wanneer de kas gebouwd is, staat er niet meer dan een leeg 'huisje'. Om in de kas te kunnen telen moet hij nog ingericht worden met allerlei installaties die mede de belasting van de kas op de fundering bepalen. De fundering is nodig voor de verankering van de kas in de grond. Alle op de kas werkende krachten worden via de fundering aan de grond doorgegeven. Het gaat om krachten als:

- het gewicht van de kas;
- de windbelasting;
- de sneeuwbelasting;
- de belasting door de gewassen;
- de belasting door installaties.

Fig. 9
Alle krachten die op de kas werken, worden door de fundering opgevangen.



Denk bij de belasting door de gewassen vooral aan opgroeiende groentegewassen zoals komkommer, tomaat, paprika en aubergine. Deze gewassen hangen aan het geraamte van de kas. Ook bij de teelt van bijvoorbeeld aardbeien in emmers en bij de teelt van diverse hangplanten wordt het gewas, inclusief teeltgrond, aan draden gehangen.

Voorbeelden van installaties die de constructie belasten zijn:

- installaties om water te geven;
- installatie om te belichten;
- verwarmingsinstallatie;
- scherminstallaties;
- CO₂-slangen of heteluchtkachels;
- transportrails;
- robots;
- glasreinigingsmachines.

De fundering van de kassen is de laatste jaren steeds belangrijker geworden. Drie ontwikkelingen zijn hiervoor verantwoordelijk.

- Door schaalvergroting van de kassen en de extra belastingen zijn de krachten op de fundering de afgelopen jaren drie tot vijf keer zo groot geworden.

- Precieze, computergestuurde lucht- en schermmechanieken vragen een zeer nauwkeurige plaatsing.
- Door het gebruik van ruiten met grotere afmetingen kunnen ogenschijnlijk kleine verzakkingen grote schade aan het glas en de gewassen tot gevolg hebben.

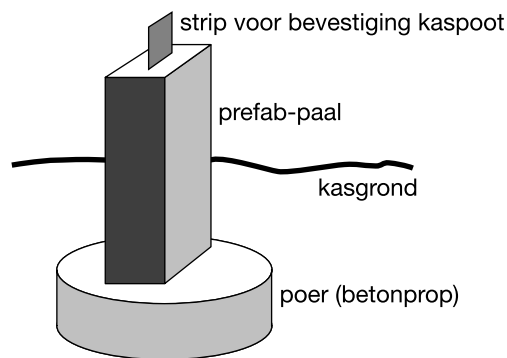
De fundering is van beton, prefab (vooraf gemaakt in de betonfabriek) of ter plekke gestort (stampbeton). Beton bestaat uit cement, zand, grind en water. Voor de sterkte worden staven betonstaal in de fundering verwerkt: de *wapening*. De staven moeten voldoende dik zijn. Verder moet de wapening goed met beton zijn afgedekt om aantasting van het staal te voorkomen.

Er zijn twee soorten fundering: de binnenfundering en de randfundering. De *binnenfundering* is het fundament onder de kaspoten en dient voor het overbrengen van de belastingen van de kaspoten aan de grond. De *randfundering* ligt onder de kasgevels en dient voor het overbrengen van de belasting van de buitengevels aan de grond. Wanneer de draagkracht van de grond onvoldoende is, wordt de binnen- en de randfundering op palen gezet. Dan is er sprake van *paalfundering*.

Bevestiging onderbouw aan fundering

Op de fundering komen twee soorten poten: de kaspoten die het geraamte dragen en de gevelroeden die de gevelkrachten opvangen. De stalen kaspoten van de onderbouw worden aan de binnenfundering bevestigd. In figuur 10 is een bevestiging met een metalen strip afgebeeld. De gevelroeden rusten op de randfundering en worden met een voetregel vastgezet. Elke verticale gevelroede moet aan een voetregel zijn bevestigd.

Fig. 10
De binnenfundering dient voor overbrenging van de belasting via de kaspoten aan de grond.



Afschot bij de fundering

Het regenwater dat op de kas valt, moet snel afgevoerd worden. Daarom moeten de goten een zekere helling hebben. Doordat de goten een beetje schuin aflopen, loopt het water sneller weg. In de bouwwereld heet een dergelijke helling een 'afschot'. Omdat de kaspoten meestal een gelijke lengte hebben, wordt de fundering een beetje afslopend aangelegd, zodat ook de goten schuin aflopen.

In de gootrichting bedraagt het afschot enkele millimeters per strekkende meter. Hiermee komen de goten *op schot* te liggen, meestal 10 millimeter per 6,50 m gootlengte. Bij kassen met een lengte groter dan 65 m wordt geadviseerd het afschot van de goten naar twee kanten te laten lopen. Dus met het hoogste punt in het midden. Bij grote kaslengten neemt de kans op het overlopen van de goten tijdens

een flinke bui toe. Dit is afhankelijk van de doorsnede van de goot en het aantal afvoerpunten per goot.

Onderbouw van een kas

De onderbouw van een kas heeft tot taak het glas en de roeden te dragen. Er zijn verschillen tussen een breedkapper en een Venlokas. In figuur 11 staan de constructie-elementen genoemd waaruit de onderbouw van een Venlokas en een breedkapper bestaat.

Fig. 11
Constructie-elementen
van een breedkapper en
een Venlokas

Breedkapper	Venlokas
spanten	kaspoten
goten	goten
nok	tralieligger
gordingen	

De genoemde constructie-elementen krijgen belastingen zoals eigen gewicht van de kas, wind en sneeuw te verwerken. Deze belastingen veroorzaken spanningen in de constructiedelen als gevolg van:

- buiging;
- druk;
- trek;
- wringing (torsie).

Fig. 12
Onderbouw van een
Venlokas

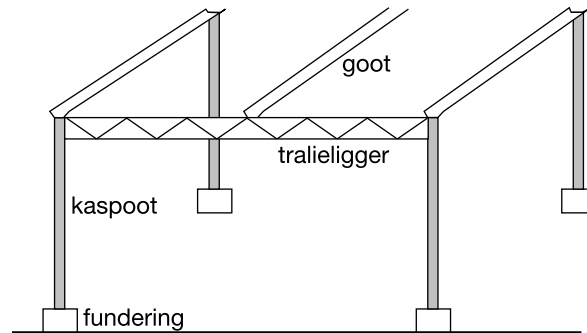
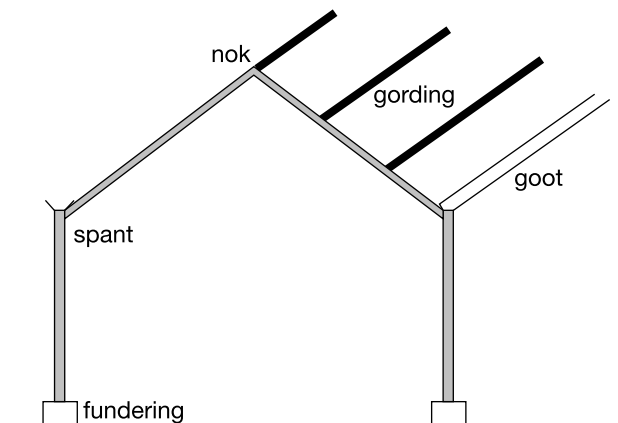


Fig. 13
Onderbouw van een
breedkapper



Kolommen

De kolommen (*kaspoten*) zijn gemaakt van thermisch verzinkt staal. Ze worden op drie manieren belast:

- neerwaartse, verticale belasting: de kolommen dragen het dek en bijbehorende constructiedelen.
- opwaartse, verticale belasting: als de kas door windzuiging wordt 'opgetild', worden de kolommen op 'trek' belast.
- horizontale belasting: als de wind tegen de gevels blaast, brengen de kaspoten de windbelasting van de gevels over op de fundering.

Kaspoten zijn bijna altijd gemaakt van buis- of kokerprofielen, omdat die het grootste draagvermogen bij een minimaal materiaalgebruik leveren.

Liggers en spanten

De liggers vormen samen met de kaspoten en goten het geraamte van de Venlokas. Zij nemen alle belastingen op en dragen deze af aan de fundering. Daarnaast hebben de liggers tot taak de kaspoten in de dwarsrichting van de kas met elkaar te verbinden. Wat de liggers doen in een Venlokas, doen de spanten bij een breedkapper. Dwars op de spanten komen de gordingen waarop de roeden worden aangebracht. Verder worden aan de liggers en de spanten onder meer het luchtmechaniek, de beregeningsinstallatie, de verwarmingsbuizen en de gewasdraden bevestigd. De liggers zijn tegenwoordig vaak even breed als de kolommen. Zodoende sluit het schermdoek naadloos aan op de liggers en kolommen.

Goten

Goten dienen in de Venlokas niet alleen voor de afvoer van regenwater, maar hebben ook een functie als ligger. Goten verbinden de kolommen met elkaar en geven een gedeelte van de krachten op het dek af aan de kaspoten en tralieliggers. De goten zijn gemaakt van verzinkt staal of aluminium.

Schoren

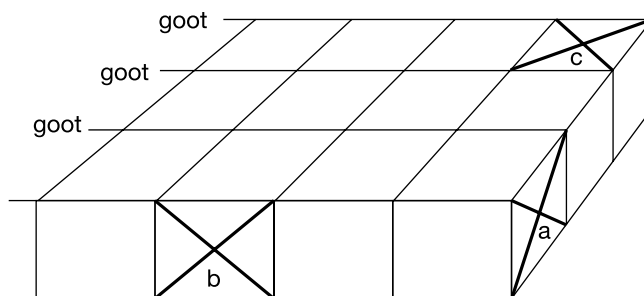
Tot nu toe hebben we het gehad over haakse verbindingen tussen kasonderdelen. Door de haakse verbindingen tussen liggers en kaspoten goed aan te leggen, is de kas bestand tegen verticale krachten. Om te voorkomen dat de kas in andere richtingen vervormt, wordt gebruikgemaakt van stabiliteitsverbanden, schoren genaamd (zie figuur 14). Alle belastingen - eigen gewicht, gewassen, sneeuw en wind - moeten via de constructie worden afgevoerd naar de fundering.

Schoren komen op veel plaatsen in de kas voor:

- tussen de kolommen in de gootrichting (verticale kruisschoren);
- tussen de goten (horizontale windverbanden) bij de tralieliggers;
- in de kopgevels;
- in de zijgevels;
- in het dek (windverband).

Fig. 14

Schoren zijn schuine verbindingen. Ze komen op veel plaatsen in de kas voor bijvoorbeeld tussen kaspoten en liggers. In de tekening zie je op drie plaatsen schoren: in de kopgevel (a), in de zijgevel (b) en tussen de goten (c).



Dek

Op de fundering en de onderbouw rust het dek van de kas. De nokrichting van de kas heeft invloed op het rendement dat het gewas heeft van het zonlicht. Hierin speelt ook het seizoen een belangrijke rol. Een nok in de oost-westrichting levert in het voor- en najaar 's morgens en 's avonds de meeste energiewinst op.

In het dek is het mechaniek voor het beluchten gemonteerd. Hierbij staan we eerst stil. Daarna krijg je informatie over glas als meest gebruikt bedekkingsmateriaal. Ten slotte leer je hoe het dek gebouwd moet worden om weerstand te kunnen bieden aan verschillende natuurkrachten.

Luchtmechaniek

Voor de klimaatbeheersing is het van groot belang dat kassen aan de bovenkant gelucht kunnen worden. De beluchtingsmogelijkheden zijn afhankelijk van de manier waarop het dak van de kas geconstrueerd is.

In een Venlokas kan de afstand tussen de goot en de nok door één roede overbrugd worden. Er zijn dus geen tussen-bevestigingspunten nodig. De roeden komen samen in een zwevende nok. Je noemt dit een zwevende nok, omdat de nok alleen maar gedragen wordt door de roeden. De afstand is niet meer dan de lengte van één ruit. Bij een breedkapper is dit anders. Daar liggen meer ruiten tussen de goot en de nok. Ter ondersteuning van de langere roeden die het glas dragen, worden gordingen aangebracht. Hoe langer het dakvlak en hoe groter de afstand tussen de spanten, hoe meer gordingen er nodig zijn en hoe zwaarder ze moeten zijn. De gordingen zijn vaak gemaakt van verzinkt staal of aluminium.

Het luchtmechaniek voor een Venlokas wordt in het algemeen op drie manieren uitgevoerd:

- schommelmechaniek (zie figuur 5);
- schuifmechaniek (zie figuur 16);
- schuif-schommelmechaniek (zie figuur 17).

Fig. 15

Bij het schommelmechaniek is de trek-/drukstang door raamstangen verbonden met de onderregel van het luchtraam en met de nok.

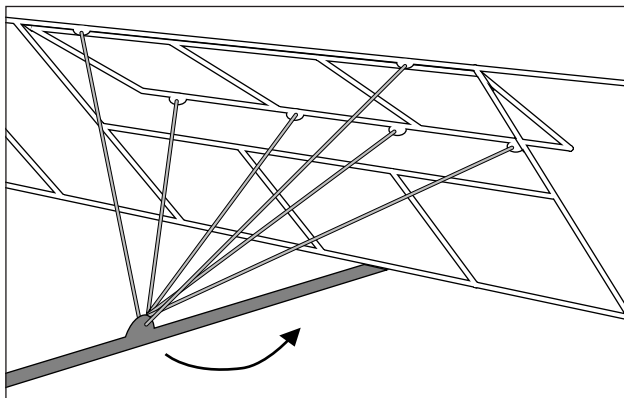


Fig. 16

Bij het schuifmechaniek schuift de trek-/drukstang over de bovenrand van de tralieligger; deze stang is door de raamstangen alleen verbonden met de onderregel van het luchtraam.

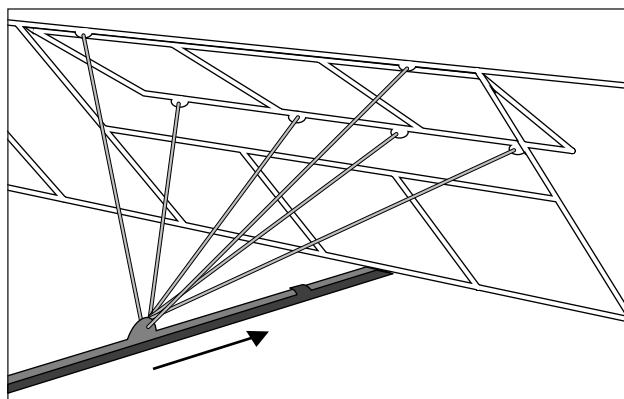
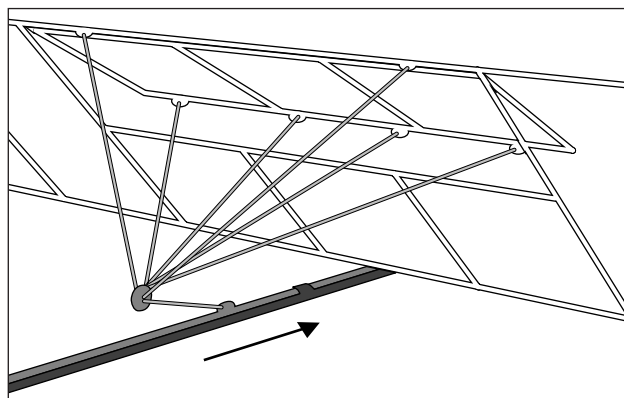


Fig. 17

Het schuifschommelmechaniek is een combinatie van het schommelmechaniek en het schuifmechaniek.



Bij de breedkapper maakt de constructie, bestaande uit spanten met gordingen, het mogelijk om een doorlopende nokluchting aan te brengen. Over de hele nok kunnen links en rechts luchtramen worden aangebracht. Daardoor kun je de breedkapper effectiever luchten.

Bedekkingsmaterialen

Van oudsher wordt glas gebruikt voor de bedekking van kassen. Tegenwoordig kun je een kas bedekken met:

- kunststof kanaalplaten;
- kunststof folie;
- glas.

Fig. 18
Lichtdoorlatendheid,
levensduur en
prijsindicatie van
kasomhullingsmaterialen
in 2004

Materiaal	Percentage licht		Levensduur jaren	Prijs in € / m ²
	direct	diffuus		
glas				
Float glas 4 mm	89 - 91	82	25	5
Gehard glas	89 - 91	82	25	10
Wit glas	90 - 92	84	25	10
kunststof				
PC	80 - 85	61	15	13 - 18
PMMA	89	76	15	20 - 25
PC zigzag dubbel	90	80	15	?
folie				
PE	89 - 91	81	5 - 6	0,50 - 0,80
PE thermisch	89 - 91	81	5 - 6	0,60 - 0,80
EVA	90 - 91	82	5 - 6	0,70 - 0,90
ETFE	93 - 94	88	15 - 20	10 - 12

Kunststof kanaalplaten

Het aantal kassen dat gebouwd is met platen van PC en PMMA is gering. De voordelen van dit type kanaalplaten voor kasbedekking zijn:

- minder kwetsbaar dan glas;
- minder gewicht dan glas en daardoor beter te verwerken;
- in geval van dubbelwandige kunststof platen betere isolatie dan enkel glas.

In de praktijk heeft kunststof ook nadelen:

- minder lichtdoorlatend, ongeveer 10 procent minder dan glas;
- soms meer kans op brand;
- relatief snelle veroudering en dus eerder aan vervanging toe;
- duurder dan glas.

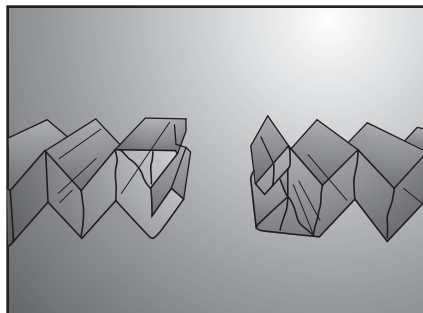
Sinds 2003 is er een nieuwe kunststof kanaalplaat leverbaar, de PC-zigzag dubbelplaat. De plaat dankt zijn naam aan de vorm van de kanalen. Deze kanalen zorgen enerzijds voor stevigheid zonder toepassing van dekroeden en hebben anderzijds een hogere lichtdoorlatendheid dan de bestaande platen: 90 procent voor de directe straling en 80 procent voor diffuus licht. De binnenzijde van de zigzagplaat wordt gecoat met een nodrop-coating (antidruppeling) om ongewenste (kleine) druppelvorming waardoor lichtverlies optreedt te voorkomen. De nodrop-coating zorgt ervoor dat de oppervlaktespanning tussen het kasdek materiaal en het condenswater vermindert, waardoor het condenswater op het binnenoppervlak uitvloeit als een waterfilm.

Andere kenmerken van de zigzagplaten zijn:

- gemaakt van onbrandbaar polycarbonaat;
- zonder roede met een klikverbinding aan elkaar te leggen (dit geeft je nog eens 3 procent extra licht);
- maximale lengte van 2,56 m (voor breedkappers per gording een onderbreking);
- Venlokassen uitgevoerd met een doorlopende nokluchting;
- gewicht van de platen: 4 kg per m².
- simpel, snel en veilig te bouwen.

De zigzagkas combineert een hogere lichtdoorlatendheid met energiebesparing. Bij toepassing als gesloten kas heb je geen luchtramen nodig en kan de bouw prijs van de kas omlaag.

Fig. 19
Veel licht, goede isolatie
en veilig te bouwen
zonder roeden door de
vorm van de kanalen.



Kunststof folie

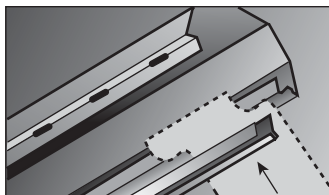
Vooraf in het zuiden van Nederland in de boomkwekerij en op bedrijven met perkplanten en aardbeien zie je steeds meer met plasticfolie bedekte kassen of tunnels. In tegenstelling tot glas kun je met folie ultraviolet licht op je gewas krijgen. Dit voorkomt extra strekking van je gewas. Door twee afzonderlijke lagen folie toe te passen en tussen die lagen met een ventilator lucht te blazen krijg je een isolerende laag. Dat bespaart energie. Door gebruik van folie kun je volstaan met een veel lichtere en dus goedkopere onderbouw. Om de folie te bevestigen kun je gebruikmaken van verschillende soorten klikprofiel. Er zijn verschillende folies in de handel zoals Solar EVA, Copperfilm, Lenzo film, MDR-3 en F-Claen (ETFE).

Wanneer je folies selecteert kun je letten op verschillende kenmerken. We noemen de belangrijkste.

- Lichtdoorlatendheid. Hier gaat het om het gedeelte van het licht dat in de kas komt. Dit percentage kan oplopen tot 92 procent van het buitenlicht.
- Diffuusheid. Op bewolkte dagen is er geen directe zonnestraling en toch is er licht. Dit licht noem je diffuus licht. Diffuus licht heeft als voordeel een betere lichtverdeling en minder verbranding bij felle zon. De diffusie voor F-Claenfolie is 87,5 procent, van glas 82 procent en van andere folies maximaal 75 procent. De doorlatendheid van diffuus licht is erg belangrijk, omdat je in de winter vooral te maken hebt met diffuus licht vanwege de weinige instraling.
- Thermiciteit. De folie voorkomt dat infrarood licht verdwijnt door reflectie. Hierdoor beperk je het warmteverlies in de nacht.
- Anticondens. Een speciale toevoeging die ervoor zorgt dat druppels uitvloeien tot een dunne waterfilm voorkomt het druppelen van de folie op het gewas en op de mensen in de kas. De AC-grondstof wordt in de folie verwerkt en heeft een langdurige werking.
- Fotoselectiviteit. Een bepaald deel van het lichtspectrum wordt geblokkeerd of omgevormd.
- Gelaagdheid. De folies kunnen bestaan uit meerdere lagen waarbij iedere laag specifieke eigenschappen heeft.
- Elasticiteit. Dit is van belang voor een lange levensduur en het goed kunnen aanbrengen van de folie.
- Maten. Folies zijn leverbaar tot een breedte van 14,50 m en een lengte van 115 m.
- Levensduur. Sommige fabrikanten garanderen een gebruiksduur van tien jaar.

Fig. 20

Door het gebruik van speciale profielen kun je de folie eenvoudig vastklemmen.



Glas als bedekkingsmateriaal

Glas dat voor kassengebouw gebruikt wordt, moet bij voorkeur prefab gesneden zijn. Dit geldt uiteraard voor hele ruiten, maar zeker ook voor halve en derde ruiten. Prefab gesneden glas is gelijkmatig van vorm en afmeting en kent geen onvolkomenheden aan de snijvlakken. Het is dus goed en snel te verwerken.

glasdikte

De *glasdikte* van standaard blankglas moet minimaal 4 mm bedragen met een afwijking van 0,2 mm. Dat wil zeggen dat het glas minimaal 3,8 en maximaal 4,2 mm dik mag zijn. In de lengte en de breedte mag het glas maximaal 1 mm afwijken van de aangegeven standaardmaat.

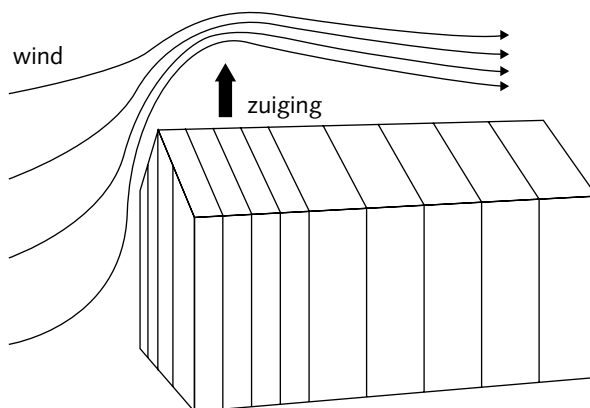
Beglazen van de gevel

De gevel van een kas ondervindt grote invloed van windkrachten. Er zijn twee soorten windkrachten: winddruk en windzuiging. De winddruk drukt op de gevel en de windzuiging heeft de neiging om het glas van het dak of de zijgevel te tillen. Een gevel die in de wind staat, moet de winddruk opvangen. Een gevel die uit de wind staat, moet de windzuiging weerstaan. Op de hoeken van de kas wordt extra windkracht uitgeoefend, omdat de wind op die plaatsen 'afbuigt', waardoor extra windzuiging ontstaat.

In de afgelopen jaren zijn de kassen hoger geworden. Door de grotere oppervlakten zijn ook de windkrachten op de gevel sterker geworden. En door het gebruik van grotere ruiten is ook de windkracht per ruit toegenomen. In alle opzichten zijn kassen tegenwoordig veel meer onderhevig aan windkrachten dan vroeger.

Fig. 21

Wind op de kopgevel veroorzaakt op het dek een verhoogde windzuiging over een strook van 2 m, gemeten van de kopgevel.



De ruit geeft de windkrachten af aan de roeden. De verbinding tussen ruit en roede moet sterk genoeg zijn om deze krachten over te kunnen brengen. Op zijn beurt moet de roede sterk genoeg zijn en ook stevig genoeg gemonteerd zijn om de krachten op te kunnen vangen en door te kunnen geven aan de kasconstructie.

Een ruit kan maximaal op vier roeden rusten: twee roeden boven- en onderaan en twee roeden opzij. Gebleken is dat tweezijdig opleggen - het opleggen van glas op slechts twee roeden - bij groot glas onvoldoende sterkte biedt bij een forse windbelasting. Wel wordt voldoende sterkte verkregen als het glas vierzijdig is opgelegd: het glas wordt dan aan vier zijden ondersteund. Het verschil tussen tweezijdig en vierzijdig opleggen is goed te zien in figuur 22.

Fig. 22
Tweezijdig opgelegde ruiten hebben minder steun dan vierzijdig opgelegde ruiten.

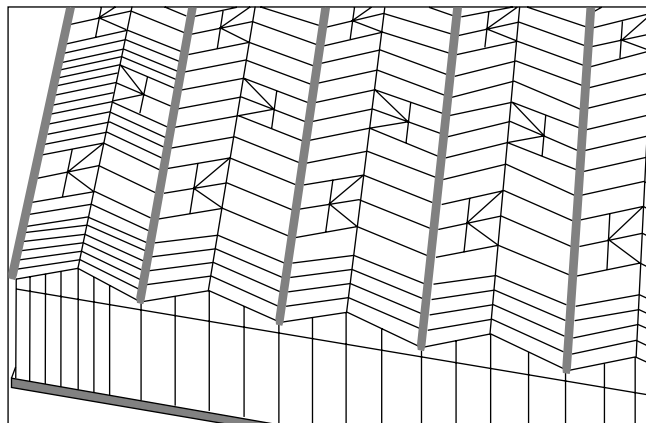


beglazingsrichtlijnen

Naar aanleiding van schadegevallen zijn enkele *beglazingsrichtlijnen* voor de gevels opgesteld. Enkele van deze richtlijnen voor beglazing en opleggen geven we hier weer.

- Bij tweezijdig opgelegd gevelglas en een poothoogte van meer dan 4 m is maximaal 0,75 m breed glas toegestaan.
- Bij een glasbreedte van 0,8 m of meer en een poothoogte groter dan 4 m is vierzijdige oplegging van het glas vereist. Vierzijdig opgelegd gevelglas vereist een speciaal daartoe ontwikkelde horizontale gevelroede.
- De gevel moet ten minste tot 2 m uit de hoeken met half glas worden beglaasd. In figuur 23 wordt gedemonstreerd wat bedoeld wordt met half glas en eenderde glas. Half glas is glas met een omvang van de helft van de standaardbreedtemaat, eenderde glas heeft een omvang van een derde deel van de betreffende standaardbreedte. Door de glasmaat kleiner te maken, kan het glas meer krachten opvangen.

Fig. 23
De gevel wordt op de hoeken met half glas beglaasd evenals het dek van elk eerste vak; het dek van de eerste kap wordt met eenderde glas beglaasd.



Beglazen van het dek

Het dek staat hoofdzakelijk onder invloed van windzuiging. Dit geldt in versterkte mate voor de dekranden, dat is het dek bij de kopgevels en zijgevels. In nog sterkere mate geldt dit voor het dek in de hoeken, want daar treedt de meeste zuiging op. Het glas en de roeden moeten de krachten van deze windzuiging kunnen dragen. Vooral de sterkte van de roeden en hun verbinding met de goot en nok verdienen in het dek de nodige aandacht.

Omdat in het dek de laatste jaren ook steeds grotere ruiten worden gebruikt, dient er voor de veiligheid van de kas en het gewas op de juiste wijze te worden beglaasd.

beglazingsrichtlijnen

Voor het dek gelden de volgende *beglazingsrichtlijnen*.

- Het dek boven het eerste vak vanaf de kopgevels moet over een afstand van ten minste 2 m met half glas worden beglaasd.
- Het dek boven de kappen langs de zijgevels moet over de volle lengte en aan weerszijden van de nok met half glas worden beglaasd.
- Het dek boven de vakken in alle kashoeken - de hoekvakken - moet over een afstand van ten minste 2 m vanaf de kopgevel met eenderde glas worden beglaasd.

Voor de beglazing van breedkappers gelden de volgende richtlijnen.

- In het dek moet de glasbreedte maximaal 0,73 m zijn, indien de ruiten tweezijdig worden opgelegd.
- Bij het gebruik van glas van 1 m of breder moeten de ruiten vierzijdig worden opgelegd.
- Het dek boven het eerste vak vanaf de kopgevels moet over een afstand van ten minste 2 m met half glas worden beglaasd.
- In het eerste dekvlak vanaf de zijgevel moeten over de volle lengte ten minste de onderste twee rijen ruiten met half glas worden beglaasd.

Als extra beveiliging tegen het uitzuigen van het dek neem je de volgende maatregelen.

Een roede-nok-roedeverbinding en een roede-goot-roedeverbinding die ervoor moet zorgen dat de roede tijdens zware windstoten niet uit het dek worden gezogen. In de praktijk is echter gebleken dat een stormvaste bevestiging van de roeden aan de nok en de goot niet altijd stormvast is. Daarom wordt geadviseerd om in Venlokassen rondom aanvullende voorzieningen te treffen in de vorm van goot-nok-gootverbindingen of nokvangers. Deze verbindingen zorgen ervoor dat de nok niet naar boven gezogen kan worden.

- Vragen 2**
- a Noem drie redenen waarom fundering van kassen de laatste jaren meer aandacht gekregen heeft.
 - b Wat versta je onder afschot? Waarom wordt de fundering met afschot gebouwd?
 - c Zijn de volgende beweringen juist of niet juist?
 - 1 Een tomatengewas zorgt voor buiging van de tralieligger.
 - 2 Een glasreinigingsmachine zorgt voor trek in de goot.
 - 3 Een glasreinigingsmachine zorgt voor druk op de kaspoten.
 - 4 Wind zorgt voor trek op de schoren.
 - 5 Liggers en kolommen vormen samen het geraamte van de Venlokas.
 - 6 Goten dienen alleen voor het afvoeren van het regenwater.

-
- 7 Een horizontaal windverband is een schoor tussen kolommen.
- 8 Kolommen zijn tegenwoordig even breed als de liggers.
- d Welk woord ontbreekt in de tekst. Neem de tekst over en vul de juiste woorden in. Je kunt kiezen uit de volgende woorden: hoger, opleggen, gevelrand, hogere, lager, onvoldoende, groot, lagere, vierzijdig, winddruk, groter, afleggen, goede, dekrand, afgeven, windzuiging, voldoende, windkracht, tweezijdig.

Een gevel die in de wind staat, moet de opvangen; een gevel die uit de wind staat, moet de weerstaan. In de afgelopen jaren zijn de kassen geworden. Door het grotere oppervlak zijn ook de windkrachten op de gevel geworden. Door het gebruik van ruiten is de windkracht per ruit toegenomen. De ruit moet de krachten aan de roeden. Gebleken is dat het van groot glas op slechts twee roeden (opleggen) sterkte biedt bij een forse windbelasting. Wel wordt sterkte verkregen als het glas opgelegd is; het glas wordt dan aan vier zijden ondersteund. Het dek staat hoofdzakelijk onder invloed van Dit geldt in versterkte mate voor de , dat is het dek bij de kopgevels en zijgevels.

- e Welk kastype heeft volgens jou de grootste luchtcapaciteit: de Venlokas of de breedkapper? Welke verklaring heb je hiervoor?
- f Een kassenbouwer overweegt de afstand tussen de spanten in de kas te vergroten. Welk gevolg heeft dit voor de zwaarte van de gordingen? Licht je antwoord toe.

3 Gesloten kas

Een kas is in wezen knap inefficiënt. In de winter verstook je veel gas en in het voorjaar gaat er veel warmte verloren om van het teveel aan vocht af te komen. In de zomer is het dan weer zo warm dat je moet luchten waardoor je het CO₂-gehalte niet op peil kunt houden en daardoor dus groei verliest. De jaarlijkse hoeveelheid zonlicht is ongeveer gelijk aan 100 m³ aardgas, terwijl je bij zwaar gestookte teelten 60 m³ gas gebruikt per m². Als je het overschot aan warmte in de zomer kunt opslaan en in de winter kunt gebruiken bereik je een behoorlijke energiebesparing. Bovendien kan je groei optimaal zijn, omdat je het koolzuurgasgehalte op peil kunt houden. Je moet deze warmte dus kunnen opslaan in plaats van weg te luchten. Dit betekent dat je de luchtramen dicht moet houden en de warmte op een gecontroleerde manier moet afvoeren.

Luchtbehandeling

luchtbehandelingskast

Om de warmte te kunnen afvoeren en toch de luchtvochtigheid en de temperatuur in de kas constant te houden zonder de ramen te openen moet je de kaslucht behandelen. Het behandelen van je kaslucht vindt plaats in de *luchtbehandelingskast (LBK)*. Je zuigt de lucht dan uit de kas om te koelen en te ontvochtigen of om te verwarmen en te bevochtigen. Bij een luchttemperatuur van 1,5 graad boven de stooktemperatuur start je met koelen. Daarna breng je de lucht via slurven weer terug in de kas. De warmte die aan deze lucht wordt onttrokken, wordt via de warmtewisselaar opgeslagen in de warme bel van de aquifer. Op deze manier kun je de temperatuur in de kas op 26 °C houden ook al is het buiten 30 °C. Zelfs bij zeer veel instraling blijft de temperatuur van de kaslucht onder de buitentemperatuur. Door

het beheersen van de temperatuur en bevochtigen van de kaslucht heerst er een veel gelijkmatiger klimaat in de kas. Als de luchtvochtigheid buiten 45 procent is, kun je binnen nog een luchtvochtigheid van 75 procent halen en vertoont het gewas geen stressreactie.

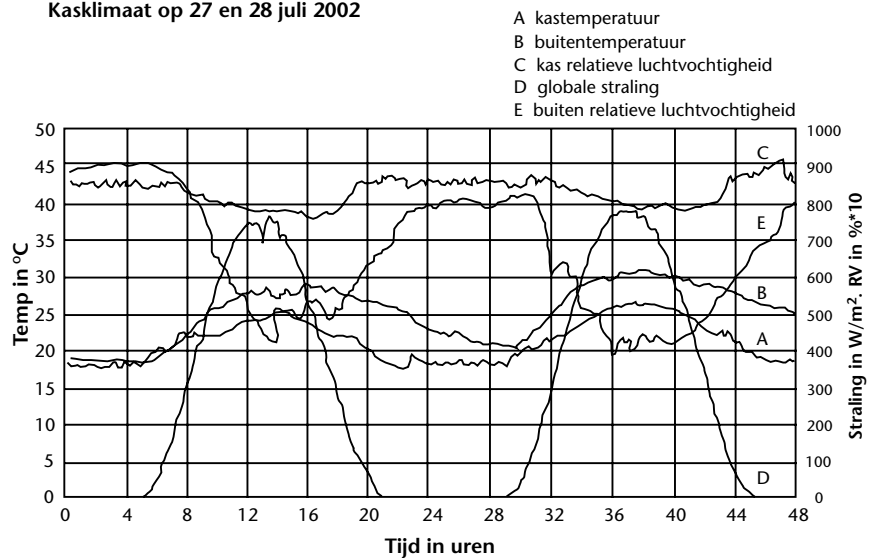
Opvallende effecten van het gelijkmatige klimaat zijn:

- geen productiepiek als gevolg van hete dagen;
- een relatief lage vruchttemperatuur waardoor de rijping in normaal tempo verloopt;
- het later op gang komen van de extra productie als gevolg van meer instraling;
- een meer gespreide productie;
- een betere oogstvoorspelling en een regelmatige arbeidsplanning.

Fig. 24

In de grafiek zijn twee etmalen (27 juli en 28 juli 2002) in de gesloten kas weergegeven. Uit de grafiek valt onder meer af te lezen dat de kastemperatuur amper boven de 25 °C stijgt, ondanks de hoge buitentemperatuur en de hoge instraling.

Kasklimaat op 27 en 28 juli 2002



In een gesloten kas is het verder mogelijk om steeds 1000 dpm CO₂ te doseren. Normaal ben je al blij dat je als teler 500 dpm CO₂ kunt bereiken. De ziektedruk ligt in gesloten kassen bovendien lager, schimmelinfecties krijgen minder kans en er is geen insectendruk van buiten.

Bij een tomatengewas kan de productie door de controle van het klimaat wel met 20 procent stijgen.

Warmte winnen en opslaan

aquifer

De warmteopslag vindt plaats in een *aquifer*. Een aquifer bestaat uit twee bellen water in een watervoerende bodemlaag die opgesloten zit tussen twee ondoorlatende lagen. De koude bel is 4 °C, de warme bel is 18 °C. Normaal gesproken is het grondwater 12 °C. Je start het systeem op in de winter om eerst een koude bel te maken. In de zomer ga je dan de kaslucht koelen met de koude bel. Dat water wordt daarbij opgewarmd tot 18 °C en gaat vervolgens terug de grond in. In de winter pomp je het warme water op om de kas te verwarmen. Maar de temperatuur van het opgepompte water is veel te laag om de kas te verwarmen. Met een warmtepomp kun je de temperatuur van het water verhogen tot maximaal 55 °C. De benodigde

stroom wordt geleverd door een warmtekrachtinstallatie. De warmte en de CO₂ die hierbij vrijkomt, kun je weer gebruiken voor de groei van je gewas.

Als je dit systeem wilt aanleggen moet je rekening houden met enkele punten.

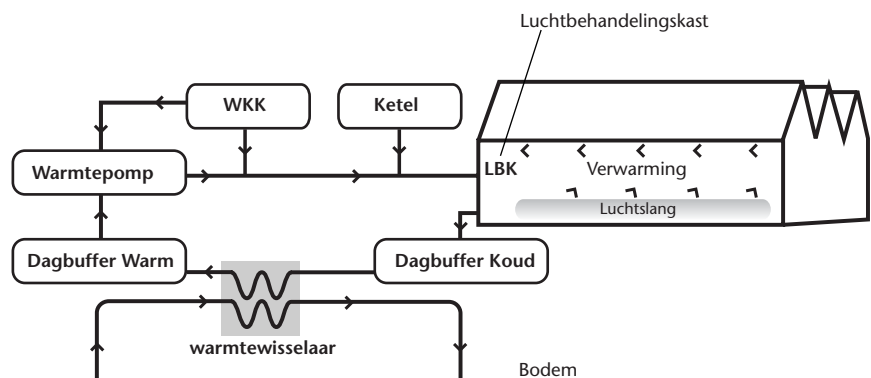
- Je hebt per ha kas een waterbel van 500.000 m³ nodig.
- De kosten voor aanleg zijn tussen de 50 en 100 euro per m² kas, afhankelijk van de aanlegdiepte van de aquifer.
- Je kunt meer warmte opslaan dan je gebruikt. Deze warmte kun je in een open kas gebruiken of voor de verwarming van bijvoorbeeld het woonhuis of de schuur.

De voordelen van een gesloten kas even op een rijtje:

- 22 procent hogere productie door directe beïnvloeding van de groeifactoren luchtvochtigheid, temperatuur en koolzuurgasgehalte.
- minder gewasbescherming. Er komen geen insecten van buitenaf binnen. Schimmels krijgen minder kans door de gelijkmatige luchtvochtigheid en het voorkomen van dode hoeken in de kas.
- 40-50 procent minder waterverbruik. Tijdens het koelen van de kas wordt er tevens koud water in de kas gebracht. Vocht in de kas slaat neer op koelelementen. Op deze manier win je ongeveer 50 procent van het irrigatiewater terug.
- 30-40 procent duurzame energie door de opgeslagen overtollige zonnewarmte te gebruiken op het moment dat daar behoefte aan is.
- verbetering van de arbeidsomstandigheden, omdat de temperatuur maximaal 26-28 °C is.
- door de reductie van corrigerende gewasbescherming is ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de kas nihil.

Fig. 25

De werking van het systeem van de gesloten kas bij verwarming



- Vragen 3**
- Noem vier voordelen van de gesloten kas.
 - Leg uit wat een aquifer is.
 - Hoe kun je de luchtvochtigheid in een gesloten kas sturen?

4 Klimrekkas

Alle nieuwe kassen lijken in grote lijnen op elkaar. Maar er is tegenwoordig een afwijkend kasconcept met dubbel foliedek, een sterk verbeterde lichtdoorlatendheid en logistieke voordelen. De zon voorziet in alle benodigde warmte en zelfs meer dan dat. We hebben het over de klimrekkas. De naam klimrek voor dit kasconcept is een samentrekking van de hoofdprincipes: klim en rek. Klim komt van klimaatruimte en duidt op het revolutionaire klimaatregelsysteem. Rek geeft aan dat de sterk lichtdoorlatende kasconstructie ook gebruikt kan worden om er systemen voor interne logistiek en dergelijke aan op te hangen.

De klimrekkas heeft als basis een gedraaide kas met een zelfdragend foliedek. Het is een lichte constructie zonder tralieliggers waarbij de nokken haaks op de normale onderbouw staan. Naast de forse lichtwinst is de kas ook nog eens goedkoper te bouwen dan de huidige kassen. Bovendien heeft de kas een riante vrije teeltruimte door een vakmaat van 20 m².

Gunstige lichtdoorlatendheid

De lichtdoorlatendheid van de kas met een gedraaid dek is veel gunstiger dan bij de gebruikelijke standaardversies. Zeker bij licht dat onder een hoek op de kas valt, wat een groot deel van de dag het geval is. De klimrekkas is voorzien van panelen met een dubbelwandig dek van sterk *ETFE-folie*. Daardoor laat de kas ongeveer 10 procent meer licht binnen dan een standaardkas met een enkel dek. De *ETFE-folie* weerkaatst minder licht dan glas, waardoor het meer licht benut. Daarnaast vervuult de folie minder snel dan glas. Tevens is een lichtonderscheppend (beweegbaar) scherm overbodig door de volledige energiebeheersing en zonwering via vloeistof in het kasdek.

Volledige klimaatbeheersing

De dekpanelen dienen tevens als intelligent klimaatregelsysteem. Druppelaars bij de nok zorgen dat er een vloeistoffilm over de onderste folielaag stroomt. Het kasdek fungeert als warmtewisselaar. De warmte die de vloeistof in het kasdek opneemt (met name in de zomer), wordt opgeslagen in een dagvoorraad. Die kan de teler bijvoorbeeld deels 's nachts gebruiken. De warmte die dan nog overblijft, wordt afgegeven aan water in een ander systeem dat volledig van de kasdekvloeistof is gescheiden. Dit opgewarmde water kan worden opgeslagen in de bodem. In koude perioden is het 'warme' bodemwater weer te benutten voor verwarming van het kasdek. De volledige klimaatbeheersing in de kas wordt zo via het kasdek geregeld. Een ketel is hooguit nog nodig om CO₂ te produceren.

Omdat de vloeistof in het kasdek in een geheel afgesloten systeem rouleert, kun je er stoffen aan toevoegen. Te denken valt aan antivries voor het gebruik in de winter. Of in de toekomst bepaalde pigmenten waardoor de golflengte van het licht in de kas gunstiger wordt voor de ontwikkeling van het gewas. Door de vloeistof via een aantal achter elkaar gekoppelde panelen in het dubbele foliedek te laten stromen, kun je de temperatuur van deze vloeistof stapsgewijs verder opvoeren of verlagen. Behalve temperatuurbeheersing van de kas kun je hiermee ook de relatieve luchtvochtigheid in de teeltruimte regelen met condensatie tegen een gekoeld dek.

In tegenstelling tot het gebruikelijke van onderaf opstoken met buisverwarming bouw je met de kasdekverwarming van bovenaf een warmtelaag op.

Met sterke instraling en hoge buitentemperaturen in de zomer kan een gekoeld foliedek warmtepieken opvangen op momenten dat in een standaardkas met openstaande luchtramen niets meer aan het klimaat te regelen valt. Om het laatste deel van de warmte via het kasdek te koelen zou onevenredig veel koelvermogen nodig zijn. Daarom kan de folie van de klimrekas om de zes kappen aan één zijde worden opgerold met behulp van een bespanning met gaas. Zo kun je aanvullend luchten.

Enorme vrije werkruimte

Door de gedraaide kasconstructie ontstaan vakken met een vrije overspanning van 20 m. Dit betekent dat je in de kas over een enorme vrije werkruimte beschikt. Door de zelfdragende kasdekconstructie kunnen de spanten als railsysteem worden uitgevoerd. Hierdoor kan de teler bijvoorbeeld een overgewaswagen met een overspanning van 20 m inzetten van waaraf hij diverse geautomatiseerde werkzaamheden kan verrichten. Te denken valt aan gerobotiseerd oogsten of het transporteren van product en fust. Bovendien kan door de grote vormvastheid van de kasconstructie veel nauwkeuriger worden gemechaniseerd en geautomatiseerd dan met de huidige buisrailsystemen op de grond.

Zelfs tijdens de bouw van de kas is het in de constructie geïntegreerde railsysteem al te gebruiken. Eerst moeten de palen worden gezet met de dwarsverbindingen. Via werkplatforms die zich via het railsysteem verplaatsen, kun je de kas verder afbouwen zonder op de grond te komen. Dit voorkomt problemen bij een natte ondergrond met het oog op de strenge veiligheidseisen tijdens de bouw. Ook onderhoudswerkzaamheden zijn zo zonder problemen volgens alle Arbo-normen uit te voeren.

In de nok kan als onderdeel van de zelfdragende kapconstructie ook mobiele belichting worden gehangen. Dit maakt extra lichtonderscheppende railsystemen overbodig en de vaak beperkende afstand van gewas tot lamp neemt toe.

Opvang zonnewarmte

Bestaande kassenbouwers, installateurs en toeleveranciers gaan het nieuwe kastype leveren. Het zou ideaal zijn wanneer deze in een groter clusterproject wordt toegepast, omdat dit sterk kostenbeperkend is voor de aanleg van aquifers. Met de warmteopslag in de bodem is het klimaat in de kas qua koeling en verwarming optimaal te regelen. Berekeningen geven aan dat het nieuwe kasconcept een jaarlijks overschot van dertig aardgasequivalenten per m² oplevert aan opgevangen zonnewarmte.

- Vragen 4**
- a Wat is het verschil in klimaatregeling tussen de gesloten kas en de klimrekas?
 - b Kun je nog andere verschillen noemen tussen beide systemen?

5 Afsluiting

Als je het hele jaar rond allerlei planten wilt kweken, moet je gebruikmaken van manieren om de planten te beschermen tegen hagel, regen, warmte en koude. Dit kun je doen door het bouwen van tunnels en kassen die je bedekt met glas of plastic.

Twee in Nederland veelvoorkomende kassen zijn de breedkapper en de Venlokas. De breedkapper is ontstaan uit een ouderwetse druivenserre en heeft als basis een spant met daarop de gordingen waarop de roeden en het glas gemonteerd zijn. De Venlokas is ontstaan vanuit een dubbele platte bak die verhoogd is met poten. Kenmerkend voor de bouw van de Venlokas is het dek met de zwevende nok dat rust op de goten en de onderbouw.

Door allerlei vernieuwingen is er veel meer licht in de huidige moderne kassen. Een paar vernieuwingen zijn:

- tralieliggers maken minder staanders nodig in de kas;
- een grotere vakmaat: 4 m bij 4,50 m in plaats van 3 m bij 3,20 m;
- schuifmechanieken voor de luchting op de tralies;
- dunnere roeden en smallere goten;
- grotere glasmaten en daardoor minder roeden;
- hogere kaspoten.

Een aantal van deze vernieuwingen zijn ook gebruikt om de breedkapper lichter te maken.

Voor het bedekken van de kas kun je nog steeds glas gebruiken. De maten van het glas worden wel steeds breder. Voor buitenste kappen en voor het eind en het begin van de kap gebruik je nog steeds halve ruiten om uitzuigen door de wind te voorkomen. Een vernieuwing bij glas is het gebruik van gehard glas. Dit geeft meer veiligheid voor de werkers in de kas.

Je kunt ook gebruikmaken van de zogenaamde zigzagplaten. Deze platen geven energiebesparing en veel licht, omdat er veel minder constructiemateriaal nodig is.

Met betrekking tot het gebruik van folie vinden ook veel ontwikkelingen plaats. Er zijn folies met een erg lange levensduur die niet of nauwelijks vervuilen. Voordelen zijn ook hier veel licht door minder constructiemateriaal in het dek. Door het geringe gewicht van de folie kan ook de onderbouw lichter uitgevoerd worden.

Voor de boomkwekerij, maar ook voor andere doeleinden worden kassen gebouwd waarvan het dak kan openen, de zogenaamde cabrioletkassen. Deze zijn vaak gedekt met folie.

Hele nieuwe ontwikkelingen zijn kassen zonder luchtramen waarbij je door te koelen in de zomer, warmte wint die je in de winter gebruikt voor verwarming. Door het betere klimaat, het hogere CO₂-gehalte en extra licht zijn flinke besparingen en opbrengstverhogingen mogelijk.

Voorbeelden van deze kassen zijn de gesloten kas en de klimrekas.