



Haalbaarheid optimale foliekassen voor energie- extensieve teelten

Deelrapport: Inventarisatie mogelijke foliekasconstructies

Dries Waaijenberg & Silke Hemming





Haalbaarheid optimale foliekassen voor energie- extensieve teelten

Deelrapport: Inventarisatie mogelijke foliekasconstructies

Dries Waaijenberg & Silke Hemming

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	1
1. Inleiding	3
2. Kastypen	5
2.1 Lage folietunnels	5
2.2 Lage wandelkappen	5
2.3 Hogere folietunnels	6
2.4 Hogere wandelkappen	7
2.5 Twin-, trio en quattrotunnels	7
2.6 Rolkassen	8
2.7 Foliekassen	8
2.8 Foliekassen met zadeldaken	9
2.9 Cabriolet-foliekassen	9
2.10 Schaduwhallen, schermhallen, windscherm en regenkappen	10
3. Ervaringen van praktijktuinders met foliekassen	13
3.1 Kas no. 1: Hogere wandelkappen	13
3.2 Kas no. 2: Rolkassen	14
3.3 Kas no. 3: Multispan foliekas met gotische kap	15
3.4 Kas no. 4: Multispan foliekas met gotische kap en met ronde kap	15
3.5 Kas no. 5: Multispan foliekas met zadeldak en Multispan rollair foliekas	16
3.6 Kas no. 6: Regenkappen	17
3.7 Kas no. 7: Folietunnel	18
3.8 Kas no. 8: Folietunnel	18
3.9 Kas no. 9: Folietunnel	19
3.10 Kas no. 10: Folietunnel	20
3.11 Kas no. 11: Folietunnel	21
4. Conclusies	23
5. Samenvatting	25
Literatuur	27
Bijlage	32 pp.

Abstract

Voor minder energie intensieve teelten is de productiewijze duur in relatie tot de opbrengsten. Dit komt door hoge arbeidskosten, hoge teeltkosten, lage opbrengsten en/of een te dure kas. Omdat zowel teelt in de volle grond als teelt in een glaskas niet economisch rendabel is, dreigt de teelt van deze gewassen uit Nederland te verdwijnen. In Europees verband verschuift daardoor de productie.

Foliekassen zouden een geschikt alternatief kunnen vormen voor rendabele teelt van deze E-extensieve gewassen in Nederland. De Nederlandse markt voor foliekassen is echter nog klein en er is weinig bekend over de kosten, levensduur, energiehuishouding, optimale materialen en constructie van deze kassen in de Nederlandse weercondities, verwarmingspraktijk en aardgasaansluitcapaciteiten.

In een haalbaarheidsstudie wordt nagegaan of door het op groter schaal inzetten van foliekassen het Nederlandse marktaandeel in de extensieve teelten mogelijk behouden kan blijven.

In dit deelrapport worden aspecten rond om de constructie van foliekassen geïnventariseerd. Dit rapport is onderdeel van het project "Haalbaarheid optimale foliekassen" dat door KEMA in opdracht van het Productschap Tuinbouw (PT) en het Ministerie voor Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wordt uitgevoerd.

1. Inleiding

Om gewassen te beschermen tegen de invloed van weersfactoren, zoals de heersende buitentemperatuur, wind, regen en sneeuw en om aan de eisen van het gewas, het gewenste binnenklimaat, de behoefte aan ventilatie, de lichtbehoefte in de kas en de isolatiebehoefte te voldoen zijn in Nederland gedurende vele jaren kassen ontwikkeld.

Overwegend gaat het hier om glasgedekte kassen evenals in andere West- en Noord-Europese landen (aandeel foliegedekte kassen in Nederland ca. 2%). Echter de laatste jaren is er een toenemende belangstelling voor zgn. kunststofgedekte kassen. Hierbij gaat het naast de kassen gedekt met kunststofplaten, zoals PMMA (acrylaat) platen en polycarbonaat (PC) om kassen gedekt met kunststoffolies. In Zuid-Europese landen is het aandeel foliegedekte kassen het grootste (Waaijenberg, Hoffmann, 2001): in Spanje 99%, Italië 91% en Frankrijk 70%. Alle materialen hebben hun specifieke eigenschappen, die voor de kunststofmaterialen meestal worden vergeleken met de eigenschappen van enkelglas, omdat met glas in ons land de meeste ervaring is opgedaan als kasomhullingsmateriaal.

Bij de toepassing van een niet-flexibel materiaal, zoals glas en kunststofplaten, moet de mate van toegestane vervormingen van het kasdek beperkt worden om breuk van de platen en het glas te voorkomen. Hiervoor zijn meer en zwaardere constructiedelen nodig, wat een negatief effect heeft op de lighthoeveelheid in de kas. Een flexibel materiaal, zoals kunststofolie daarentegen kan aanzienlijke vervormingen opnemen zonder dat schade optreedt aan de folie. Zo hebben foliekassen in principe het voordeel dat er minder constructiedelen nodig zijn, de kas lichter is en dus de lichtdoorlatendheid voor het gewas hoger. De ontwikkelde Europese norm voor kassen (EN 13031-1, dec. 2001) maakt daartoe onderscheid in Klasse A-kassen (voor niet-flexibele materialen) en Klasse B-kassen (voor flexibele materialen). Dit onderscheid heeft consequenties ten aanzien van de vereiste sterkteberekening en vervormingseisen (doorbuiging) van kassen en bijvoorbeeld de statistisch bepaalde wind- en sneeuwbelasting op de kassen, waarop gerekend moet worden volgens de norm.

Daarnaast biedt een kas met folieomhulling de volgende voordelen ten opzichte van een glazen kas: licht in gewicht, snel te bouwen, gebruik maken van de specifieke eigenschappen van de folies (de spectrale doorlatendheid, het wel of niet UV-doorlatend zijn, geen glasbreuk, het anti-condensgedrag), de mogelijkheden van grotere ventilatieopeningen en de (meestal lagere) bouwkosten van een foliekas (von Elsner *et al.*, 2000). Over het algemeen worden foliekassen in Nederland toegepast voor de niet-verwarmde of lichtgestookte teelten, zoals de teelt van perkplanten, snijbloemen, boomkwekerijgewassen, aardbeien en bessen, dus in het algemeen voor de energie-extensieve gewassen. In dit project beperken we ons tot de kassen gedekt met kunststoffolies.

2. Kastypen

Er zijn diverse kastypen ontwikkeld die geschikt zijn voor flexibele omhullingen. De meeste hiervan hebben een ronde of gebogen dakvorm. Dat komt omdat folies het beste te spannen zijn op een gebogen draagconstructie. Bij de foliegedekte kassen kan onderscheid gemaakt worden in een aantal categorieën, namelijk de lage folietunnels, de hogere folietunnels en de foliekassen (met gebogen daken en zadeldaken). Met een folietunnel wordt bedoeld een bouwsel met een min of meer halfcirkelvormige doorsnede, dat veelal als *stand-alone* kas wordt gebouwd met tussenruimtes, dus niet meerdere kappen aan elkaar (ter illustratie, zie Figuur 22).

Indien er sprake is van meerdere aan elkaar geschakelde foliekappen (met ronde of zadeldakvorm), die gedragen worden door goten, dan wordt het een foliekas met een aanééngesloten teeltruimte (Figuur 28). Tussenvormen, zoals twin-, trio- en quattrotunnels zijn ook beschikbaar.

Daarnaast zijn er speciale bouwsels, zoals schaduw- en schermhallen, die gedicht worden met netten (om de ventilatie te vergroten, danwel de kas beter insectendicht te maken) en eenvoudige overkappingen voor bijvoorbeeld fruitbomen (andere naam: regenkappen), waarbij de gevels open blijven. Ook zijn er typen foliekassen ontwikkeld waarbij de dakfolie voor het grootste deel weggeschoven of weggerold kan worden voor maximale ventilatie (zgn. cabrioletkassen).

In een gezamenlijk met de industrie opgestelde richtlijn (Waaijenberg, 1995) worden deze kastypen onderscheiden naar hun verwachte levensduur, waarbij onderscheid gemaakt wordt in kassen met een referentieperiode van 10 jaar en van 15 jaar. In de Europese norm voor kassen (EN 13031-1, 2001) kent men drie referentieperioden namelijk 5, 10 en 15 jaar. De referentieperiode is afgeleid van de verwachte levensduur van een kas en heeft onder andere invloed op de hoogte van de wind- en sneeuwbelasting, die op een constructie voorgeschreven is volgens de normen.

In de volgende hoofdstukdelen worden de verschillende kastypen gedetailleerd beschreven.

2.1 Lage folietunnels

Om gewassen, die normaliter in de open teelt gekweekt worden te beschermen tegen extreme weersinvloeden, of om het gewas sneller te laten groeien (door temperatuursinvloed) worden deze gewassen op de meest simpele wijze afgedekt met vlakke kunststoffolie. Dit kan door de folie eenvoudigweg boven op de gewassen te leggen (het groeiende gewas drukt dan de folie omhoog) en de folie aan de randen vast te zetten aan de grond of in te graven.

De volgende stap is het gebruik van een eenvoudige constructie om de folie te spannen boven het gewas, waardoor miniatuurkasjes ontstaan. Dit kan door boogjes op bepaalde onderlinge afstanden aan te brengen boven de gewasrijen. Dit zijn de zgn. lage tunnels (Figuur 1). Om de folie te spannen op de bogen worden ook draden gebruikt over de tunnels (Figuur 1). De folie wordt aan de onderkant ingegraven. Over het algemeen hebben deze lage tunnels geen andere ventilatiemogelijkheden, dan het opschuiven van de folie tussen de draden, zodat een opening ontstaat in de omhulling (Figuren 2 en 7). Uiteraard is deze mogelijkheid afhankelijk van het feit of de folie in de lengte- danwel in de dwarsrichting gespannen is. Ook blijven de kopgevels meestal open, waardoor ook hierdoor natuurlijke ventilatie mogelijk is. Meestal worden dit soort bouwsels voor slechts één teelt gebouwd, zijn onverwarmd en worden dan na de oogst van het product weer afgebroken. De Figuren 2, 3 en 4 geven voorbeelden van deze lage folietunnels, waarbij de folie moet worden weggeschoven of weggehaald om teelthandelingen te kunnen doen.

2.2 Lage wandelkappen

Tot deze categorie 'lage folietunnels' moeten ook de zogenaamde lage wandelkappen gerekend worden, waarvan Figuur 5 (onderste foto) een voorbeeld geeft. Dit zijn eenvoudige tunnels, opgebouwd uit enkelvoudige stalen bogen,

die met schroefankers in de grond bevestigd worden. De folie wordt op de bogen geklemd via gespannen draden. Deze wandelkappen kunnen gemakkelijk opgebouwd en weer afgebroken worden, waardoor het mogelijk is om deze te gebruiken voor slechts één teeltseizoen en dan deze weer af te breken en op te slaan tot een volgend teeltseizoen begint (Figuur 6).

Voor- en nadelen:

Dit soort bouwsels zijn goedkoop te realiseren en snel te bouwen, maar hebben als grote nadelen, dat het moeilijk is om een goed klimaat onder de folie te handhaven, omdat hier weinig aan te sturen valt en dat het werken hiermee nauwelijks efficiënt te doen is, doordat bij alle handelingen aan het gewas de kunststoffolie weggeschoven moet worden om toegang te krijgen. Verder is het ruimtegebruik van de teeltgrond ongunstig, omdat deze tunnels vrijwel altijd losstaand zijn met veel tussenruimten (Figuur 3).

2.3 Hogere folietunnels

Als de folietunnels hoger gemaakt worden, kan er gemakkelijker in gewerkt worden en zijn ventilatiemogelijkheden beter in te bouwen. De Figuren 8 en 9 tonen een tweetal gangbare folietunnels met gebogen doorsnedevorm. De geheel gebogen vorm biedt als voordeel ten opzichte van andere doorsnedevormen dat de constructie optimaal sterk is. Met name windbelastingen kunnen beter opgenomen worden door de spanten, die dus op te bouwen zijn uit relatief lichte buisprofielen. Deze tunnels zijn in diverse afmetingen te verkrijgen en worden opgebouwd uit verzinkt stalen buizen, voor zowel de bogen als de lengtebuizen, trekstangen en schoren. Ook worden staaldraden gebruikt om de constructie onderling te koppelen in de lengterichting en om de folie op de bogen te spannen (Figuren 5 en 6), waardoor opwaaien voorkomen wordt (hiervoor worden ook kunststofdraden en -banden gebruikt) (Figuur 9). De overspanningen van deze tunnels zijn in Nederland min of meer gestandaardiseerd op 7 m, 8,5 m en 9,3 m. De boogafstand is 2,5 m en de nokhoogte varieert tussen 2,5 en 3,4 m.

Voor de noodzakelijke natuurlijke ventilatie zijn er bij deze enkelvoudige ronde tunnels een aantal mogelijkheden (Waaijberg, 2000):

- Via het open zetten van gedeeltes van de kopgevels of deuren of ramen in de kopgevels (Figuur 10);
- Via het opschuiven van de kunststoffolie, zoals hiervoor beschreven. Ook zijn hiervoor mechanieken ontwikkeld met draden om de folie op repeterende afstanden gelijktijdig te kunnen verschuiven en aldus openingen te creëren (Figuren 7 en 11);
- Via een oprolmechanisme, zoals aangegeven in Figuur 12;
- Via een vorm van nokluchting door scharnierende ramen (Figuur 21) of hefluchtramen.

Het principe van de constructie voor deze folietunnels is aangegeven in de Figuren 15 en 16. De doorsnedevorm van de kap van deze folietunnels is half rond of gebogen (soort paraboolvorm) of bestaat uit twee gebogen delen die bij de nok via een knik aan elkaar verbonden zijn (zoals in Figuur 19). Deze laatstgenoemde dakvorm wordt een Gotische vorm genoemd en heeft als voordeel dat er geen horizontaal foliegedeelte bij de nok ontstaat, zoals bij een doorlopende boogvorm. Door de ontstane knik in de boog kan condenswater op de binnenkant van de omhulling niet ongecontroleerd afdruppelen op het gewas ter plaatse van de nok, maar stroomt langs de binnenkant van de folie naar beneden. Het afdruppelen kan namelijk tot schade aan de planten en/of bloemen leiden.

Hogere folietunnels worden gebouwd voor meerdere jaren. Volgens (Waaijberg, 1995) hebben bedoelde hogere folietunnels een referentie-levensduur van 10 jaar. Ze kunnen verwarmd worden via bijvoorbeeld een luchtverhitter, echter is dit meer economisch te realiseren bij aanéengesloten kasruimten in de verderop te bespreken foliekassen.

Als omhullingsmateriaal voor folietunnels en -kassen kan naast de enkellaagse kunststoffolie ook gekozen worden voor een isolerende omhulling door een dubbele laag folie toe te passen, waarbij de tussenruimte tussen de folies op constante afstand gehouden wordt door een kleine overdrukventilator (Figuur 20). Hiervoor is slechts weinig elektriciteit nodig, doordat de overdruk van de tussenruimte heel gering is en de ventilator alleen gaat draaien als de druk tussen de folies te laag wordt. Een dubbellaagse kasomhulling met folies kost weliswaar licht (dit is afhankelijk

van de soort folie) echter kan er een aanzienlijke energiebesparing mee gehaald worden in het geval de kas verwarmd wordt (op jaarbasis ongeveer 30% t.o.v. traditionele enkellaagse folie). Dit is dus ideaal voor (licht-) verwarmde teelten, waarbij het gewas niet veel licht vraagt. Overigens is dit systeem efficiënter uit te voeren de verderop te bespreken foliekassen met aanééngesloten kappen.

Naast kunststoffolies kunnen tunnels ook bekleed worden met schaduwgevend netten of met schermmateriaal. Deze materialen zijn luchtdoorlatend, waardoor de ventilatie verbetert en/of de afmetingen van de ventilatieramen kleiner gemaakt kunnen worden. Een voorbeeld van een tunnel bekleed met netten is te zien in Figuur 21.

2.4 Hogere wandelkappen

Als de eenvoudige, lichte constructies, zoals besproken onder 2.2 (de wandelkappen) uitgevoerd worden met verticale kolommen van 0,60 m tot 1 m (soms nog hoger) spreekt men van hogere wandelkappen (Figuur 5 bovenste foto). Er ontstaat op deze wijze meer volume in de kas, wat bevorderlijk is voor de meeste teelten. De folie blijft gemakkelijk te monteren en demonteren. Ventilatie gebeurt via het opschuiven van de dekfolie en via de (meestal) open kopgevels.

Voor- en nadelen:

Alleenstaande foliekassen hebben als nadeel dat er veel grondgebruik nodig is, aangezien de tunnels met een bepaalde minimum tussenruimte gebouwd moeten worden in verband met de noodzakelijke langsgevelluchting en voor de goede afvoer van het regenwater tussen de tunnels en in winterse omstandigheden van de sneeuw. Figuur 22 toont overduidelijk het verlies aan grond, die niet gebruikt kan worden voor de teelt. Dit is dus bij de hoge grondprijzen, zoals in Nederland zeer oneconomisch.

Als de gebogen doorsnede vorm vanaf de fundering begint met een verticaal deel, zoals in de Figuren 13 en 14, dan biedt dat voordelen voor de manier van werken in de tunnelkas. Immers de beschikbare ruimte waar rechtop gelopen kan worden in de kas is groter. Bovendien kan in dit verticale deel van de doorsnede gemakkelijker een natuurlijk ventilatiesysteem gemaakt worden, zoals aangegeven in de Figuren 17 en 18.

Afhankelijk van het type en de kwaliteit van de gebruikte kunststoffolie voor de omhulling moet de folie in Nederland om de 5 à 6 jaar vervangen worden door een nieuwe folie. Na die periode is de lichtdoorlatendheid en de sterkte te veel achteruit gegaan door natuurlijke veroudering. De constructie gaat over het algemeen langer mee dan de folie, zeg 15 tot 20 jaar.

2.5 Twin-, trio en quattrotunnels

Om het grondverbruik te beperken en een aanééngesloten teelt ruimte te realiseren zijn tunnels ontworpen waarbij er twee (twin), drie (trio) of vier (quattro) tunnels aan elkaar gebouwd worden (Figuur 23). Waar de tunnels aan elkaar gekoppeld zijn, wordt een dragende goot gebruikt op kolommen, op dusdanige hoogte dat er onderdoor gelopen kan worden (Figuur 25). De buitenste kappen krijgen dan de gebogen doorsnede vorm bij de langsgevels, zoals bij een gewone tunnel of een verticale zijgevel. De overspanning van het tussenliggende deel (bij 3 en 4 gekoppelde tunnels) is 6,4 m, terwijl de overspanning van de buitenste kappen 7,6 m is. Dit type bouwsels vormen de overgang van een enkelvoudige tunnel naar een foliekas.

Voor- en nadelen:

Als voordeel van deze twin-, trio- en quattro-tunnels kan aangevoerd worden dat er een grotere aanééngesloten teelt ruimte ontstaat. De breedte van deze combinatietunnels wordt beperkt doordat deze tunnels meestal alleen uitgevoerd worden met gevelluchting, zonder dekluchting. Het effect van de ventilatie via de langsgevels moet in dat geval voldoende zijn ook voor de gewassen, die zich in het midden van de tunnelcombinatie bevinden.

2.6 Rolkassen

Een geheel andere mogelijkheid om gewassen af te kunnen harden is het principe van de rolkas. Dit is een kas op wielen, die in z'n geheel verschoven kan worden over rails, die in het veld zijn aangebracht. Dergelijke rolkassen kende men ook in het verleden als glazen kassen in de bollenstreek, waarbij het bolgewas zich eerst ontwikkelde in de kas en daarna buiten. Rolkassen met folieomhulling worden ook gebruikt voor heesters en zomerbloemen. Het nadeel van de rolkassen is dat er veel grondgebruik is, omdat de ruimte van de rails ook beschikbaar moet zijn. Figuur 40 geeft een rolkas aan met kunststoffolie-omhulling.

2.7 Foliekassen

Indien er meerdere foliekappen aan elkaar geschakeld worden, die gedragen worden door goten op hoogte, dan wordt de constructie een foliekas genoemd. Met deze constructievorm is het mogelijk om een grote aanéengesloten kasruimte te maken, vergelijkbaar met een teeltruimte in een glazen Venlo-kas of breedkapper. Figuren 24 en 26 tonen een dergelijke foliekas in doorsnede en binnenaanzicht.

Naast de mogelijkheden van natuurlijke ventilatie, genoemd bij de vrijstaande folietunnel met ronde doorsnedevorm kan ventilatie van foliekassen ook goed plaats vinden via beweegbare openingen in het dek van de kas, zoals bijvoorbeeld aangegeven in de Figuren 27 en 29. In Figuur 27 is het dak zo gemaakt dat het halve dakvlak in één keer open gezet kan worden via een mechanisme, waardoor een ventilatieopening bij de goot ontstaat. In Figuur 29 ontstaan de ventilatieopeningen bij de nok, wat teeltkundig een voordeel kan zijn.

De constructie van een foliekas lijkt soms erg veel op de constructie van een glazen (Venlo)kas doordat er met vergelijkbare constructiedelen, zoals kolommen met tralieliggers en schoren gewerkt wordt (Figuur 24 en 26). De enige verschillen zijn, naast het foliemateriaal, vaak de vorm van het dek (bij foliekassen vaak gebogen kappen), de bevestigingsprofielen voor folies en de afwijkende detaillering van de gevels en de luchtramen.

Als de aanéengesloten teeltruimte bij foliekassen groot is, dan geldt hetzelfde voor foliekassen als voor glazen kassen, namelijk dat de effectiviteit van gevelventilatie beperkt is bij brede kassen. In dat geval is dan ook bij foliekassen dekventilatie het meest effectieve systeem. Een voorbeeld van doorgaande nokluchting aan weerszijden van de nok is aangegeven in Figuur 29.

Het ontwerp van het dek bij deze foliekassen moet zo zijn dat het vervangen van de kunststoffolie na een periode van gemiddeld zo'n 6 jaar snel en eenvoudig uit te voeren is. De bevestiging van de folies moet dan met klemprofielen uitgevoerd zijn, die te hergebruiken zijn. Een voorbeeld hiervan uitgevoerd in aluminium is aangegeven in Figuur 44.

Voor- en nadelen:

Het grote voordeel van foliekassen is dat er vrijwel onbeperkt grote aanéengesloten teeltruimten mee te overkappen zijn en dat er effectief in dit type kassen gewerkt kan worden met machines voor grondbewerking, teelthandelingen e.d. Figuur 28 toont een dergelijk groot complex met foliekassen (ca. 20 kappen in de breedte). Een ander voordeel is dat net als bij glazen kassen het regenwater opgevangen kan worden via het dek en de goten en dan verzameld kan worden in een bassin. Op deze wijze kan het regenwater benut worden voor irrigatie van de planten.

Met dit type kassen zijn er meer mogelijkheden dan bij de individuele tunnels, bijvoorbeeld het realiseren van grote ononderbroken teeltruimten, die gemakkelijk uniform verwarmd kunnen worden. Ook kunnen gewassen zoals potplanten en perkplanten en ook verwarmingsbuizen en andere installaties gemakkelijk opgehangen worden aan de constructie, als die daarop berekend is.

Door de grotere aanéengesloten teeltruimte ontstaan meer mogelijkheden voor mechanisatie en automatisering van teelthandelingen. Ook wordt de beschikbare erfruimte van de tuinder beter benut (minder grondoppervlak is verloren ruimte).

2.8 Foliekassen met zadeldaken

In afwijking van hetgeen hiervoor geschreven is over dakvormen, namelijk dat deze rondgebogen zijn, komen ook zadeldakvormen bij foliekassen voor. Hier is de spantconstructie zo dat kappen ontstaan met vlakke dakvlakken van goot naar nok of naar onderkant luchtraam. De folie wordt hierbij gespannen van goot naar nok via bepaalde systemen. Figuren 30 en 31 tonen een constructiewijze vergelijkbaar met een glazen breedkapper, namelijk met een spant bestaande uit tralieliggers en kolommen.

De luchting is hierbij uitgevoerd als doorgaande nokluchting aan weerszijden van de nok.

Figuur 32 geeft een constructie aan die sterk vergelijkbaar is met een glazen Venlo-kas, namelijk met dragende goten en kappen met overspanningen van 4,80 m, waarbij een heel dakvlak open gezet kan worden voor ventilatie (luchtingsopening ontstaat bij de goot). Dit kan éézijdige danwel tweezijdige luchting zijn. De folie wordt strak gespannen in dit systeem door het iets omhoog drukken en aldus bevestigen van het nokprofiel bij de montage.

Ook bij deze kastypen met zadeldaken is het dek uit te voeren met dubbele folies, waarbij de tussenruimte op een geringe overdruk gehouden wordt. Dit is interessant voor die teelten waarbij gestookt moet worden om de gewenste binnentemperatuur te realiseren.

Voor- en nadelen

Dit type kas is vergelijkbaar met een volwaardige Venlo-kas met glasomhulling.

Het voordeel van deze constructiewijze met zadeldaken is dat de constructie vrijwel nergens in direct contact komt met de onderliggende constructiedelen, zoals bij gebogen spanten meestal het geval is. Dit is een voordeel omdat de stalen buizen heet worden bij directe zonbestraling, wat versnelde veroudering van de folie ten gevolge heeft ter plekke van de contactvlakken van het staal of aluminium met de kunststoffolie. Een voorbeeld van dit ongunstige directe contact van de folie met stalen buizen is te zien in Figuur 45).

Figuur 46 toont een kasconstructie waarbij heel weinig direct contact is van de folie met de achterliggende staal- en aluminiumconstructie.

Ook zijn er systemen ontwikkeld met zadeldaken, waarbij duidelijk minder schaduwgevend constructiedelen nodig zijn om de externe belasting (door wind en sneeuw) op de kas op te kunnen vangen en de folie te spannen (Figuur 46).

Een ander mogelijk voordeel is dat deze foliekassen dezelfde stramienmaten (kapoverspanning 4,80 m) hebben als glazen Venlo-kassen, waardoor gangbare teeltsystemen e.d. goed passen in dit type foliekas.

Het afvloeien van de ontstane condensdruppels tegen de binnenkant van de folie in deze kapvorm gebeurt als bij een glazen kas, dus naar de goot, zonder ongewenst afdruppelen bij de nok.

2.9 Cabriolet-foliekassen

Het type kas, waarbij de kap voor het overgrote deel kan worden geopend wordt cabrioletkas genoemd of open-top of *roll-air* kas. Dit type kas is ontwikkeld om aan de behoefte te kunnen voldoen om min of meer buitenomstandig-

heden te kunnen realiseren op een gewenst moment in een kas om bijvoorbeeld het gewas af te kunnen harden. Het luchtingsoppervlak van deze kassen kan oplopen tot 95% van het grondoppervlak. Dit in tegenstelling tot standaard Venlo glazen kassen die maar een luchttingspercentage halen van 20% – 22%. Er zijn verschillende constructieprincipes voor cabrioletkassen hiervoor ontwikkeld, namelijk een oprolsysteem, een harmonicasysteem en een systeem waarbij de dakhelften scharnieren op de gootrand.

Figuur 39 toont een systeem, waarbij een as beweegt in de richting van de nok, waarbij de dekfolie oprolt op deze as (rollair). Bij geheel geopende kas ligt de folie opgerold aan weerszijden van de nok.

Het harmonicasysteem is schematisch aangegeven in Figuur 41, waarbij de beide dakvlakken scharnierend aan elkaar zijn bevestigd in de nok en waarbij één dakvlak scharniert om de gootrand. Bij maximale openingsstand vormen de dakvlakken ter plaatse van de goten een bijna verticaal vlak. Dit heeft zeker invloed op de luchtstroming boven deze kas en daardoor ook op de ventilatie. Het bewegen gebeurt met horizontale tandheugels, vergelijkbaar met het openingsmechanisme bij breedkapkassen. Als omhullingsmateriaal voor deze kappen kunnen zowel glas, kunststofplaten als kunststoffolies gebruikt worden. Kunststoffolies hebben hierbij het voordeel dat ze uiterst licht in gewicht zijn waardoor bewegen makkelijker gaat.

Figuur 42 en 43 tonen een systeem, waarbij de complete dakhelften scharnieren om de gootrand. De dakvlakken komen in maximaal geopende toestand vrijwel verticaal te staan bij de goten, gesteund door het openingsmechanisme.

Voor- en nadelen:

Het voordeel van het oprol-systeem is dat hiervoor zeer weinig constructiedelen nodig zijn, dit in tegenstelling tot de harmonicasystemen en het systeem waarbij de dakhelften scharnieren op de gootrand. Het nadeel bij rollen is dat de folie zeer strak en zonder plooiën moet worden gerold op de as om vroegtijdige slijtage te voorkomen. Dit kan eigenlijk niet met gewone PE-folie van 130 micron dikte. Daarom wordt gewapende folie gebruikt (Gitterfolie), waarvan de lichtdoorlatendheid minder is dan die van gewone PE-folie. Omdat de kas in grote delen van het jaar geheel open is, zal dit vaak geen probleem vormen (de gewapende folie is dan opgerold).

Een nadeel van alle cabriolet-systemen is het feit dat er eigenlijk niet gelucht kan worden als het regent, want dan regent het in de kas, wat de tuinder meestal niet wil. Er verloopt enige tijd tussen het signaleren van regen via de regenmelder en het dicht laten lopen van de kap. In de praktijk blijkt dit meestal geen probleem te vormen. Om hieraan tegemoet te komen zijn sommige systemen uitgerust met motoren, die op twee snelheden kunnen draaien om de kap sneller dicht te laten lopen bij regen.

Het voordeel is dat de vorm van de kas in gesloten toestand erg dicht in de buurt komt van de vorm en de eigenschappen van standaard glazen kassen (zie ook onder 2.8). De acceptatiegraad van dit type foliekassen wordt hierdoor groter.

Het grote nadeel van zowel de harmonicakappen als de dakhelften, die op de gootrand scharnieren is dat er relatief veel constructiedelen nodig zijn om de kap te kunnen bewegen en tegelijkertijd de vlakken stabiel te houden in open toestand (roeden, nok, uitzetstangen, windverbanden e.d.) (Figuur 43 boven). Dit doet afbreuk aan de overall lichtdoorlatendheid van de kas. De bouwkosten van dit type kas komen erg dicht in de buurt van standaard glazen Venlo-kassen (Tabel 1).

2.10 Schaduwhallen, schermhallen, windscherm en regenkappen

Een aparte categorie wordt gevormd door de constructies met lichtdoorlatende materialen als omhulling (de zogenaamde permeabele materialen: netten of schermmaterialen). Het voordeel van het gebruik van netten als omhullingsmateriaal in plaats van kunststof folie is dat er luchtuitwisseling binnen / buiten plaatsvindt door de openingen in de netten. De mate van ventilatie door deze netten of schermmaterialen is uiteraard afhankelijk van de maaswijdte

van deze netten. Ook vormen netten een bescherming voor de planten tegen van buiten komend onheil, zoals zware regen, wind, hagel, directe zoninstraling, insecten en vogels. Twee hoofdfuncties van deze netten zijn: het insectendicht maken van een kas (netten in ventilatieopeningen) en het geven van schaduw aan planten bij intensieve zonbestraling.

Vergelijkbare constructies zoals besproken bij folietunnels en –kassen worden ook gebruikt met als omhullingsmateriaal netten (Figuur 21). De ventilatieramen kunnen hierbij vaak vervallen, omdat de ventilatie door de netten in dat geval voldoende is. Er worden echter ook speciale constructies gebouwd met als omhullingsmateriaal uitsluitend netten. Figuren 33 en 34 tonen dergelijke constructies, die aangeduid worden met de naam schaduwhallen. Als er in het dek een beweegbaar scherm of net wordt aangebracht spreekt men over een schermhal (Figuur 35).

Als een verticale wand bekleed met netten geplaatst wordt om een perceel dan heeft dit de functie van windscherm. Dit wordt toegepast om de er achterliggende gewassen of de kassen, die direct achter een windscherm gebouwd zijn te beschermen tegen directe windbelasting. Figuur 36 geeft een voorbeeld van een (laag) windscherm. Dit type windschermen wordt momenteel ook toegepast om ongewilde emissie naar belendende percelen van bestrijdingsmiddelen, die gespoten worden op een gewas, te voorkomen.

Een constructie die werkt als een paraplu boven gewassen, zoals bessenstruiken, kersbomen e.d. wordt regenkap genoemd. Deze bestaat uit een eenvoudige constructie die een gebogen dak of een dak in zadeldakvorm boven het gewas houdt. Figuren 37 en 38 tonen een dergelijk bouwsel, dat geen afgedichte gevels kent en geen opvang van regenwater in goten. Het doel van deze regenkapen is beschermen van het gewas tegen zware regenval en hagel en ook werkt het preventief tegen vorstschade. Bij kersbomen worden de regenkapen in combinatie met netten in de gevelvlakken toegepast om de vogels weg te houden bij de kersen.

Voor- en nadelen:

Het voordeel van de schaduw- of schermhallen is dat ze ventileren door de omhulling heen. Er zijn dus in principe geen ingewikkelde luchtingssystemen nodig. Als er toch niet voldoende luchtingcapaciteit aanwezig is door de netten dan wordt een beweegbaar scherm toegepast. Schaduwhallen worden bewust toegepast bij die gewassen, die niet verwarmd behoeven te worden en die geen directe zonbestraling kunnen verdragen, dus schaduwplanten zijn of die schaduw moeten hebben in een bepaalde fase van de teelt (in het geval van beweegbare schermen). Dit voordeel is gelijk weer een nadeel voor die gewassen die juist veel licht nodig hebben om zich te ontwikkelen: de meeste netten geven namelijk aanzienlijk lichtverlies.

Als gekozen wordt voor een net met een grote mate van dichtheid om bijvoorbeeld witte vlieg of trips buiten de kas te houden (insectengaas), dan doet dit belangrijk afbreuk aan de ventilatiecapaciteit.

3. Ervaringen van praktijktuinders met foliekassen

Om ook de ervaringen met foliekassen in de praktijk te inventariseren zijn een aantal tuinders bezocht. In een eerste excursie op 1 juli 2005 werden vooral tuinders bezocht, welke kleinfruit (aardbeien, bessen, kersen), perkplanten, potplanten, zomerbloemen en boomkwekerijproducten telen. In een tweede excursie op 2 september 2005 zijn vooral tuinders bezocht, welke groenten en groentezaden telen. Het contact met de tuinders werd gelegd via twee kassenbouwbedrijven Rovero Systems en Amevo Techniek. Hieronder wordt verslag gedaan aan de belangrijkste aandachtspunten bij het gebruik van de verschillende vormen van foliekassen voor verschillende gewastypen in de praktijk.

3.1 Kas no. 1: Hogere wandelkappen

Teelt: Aardbeien

Kweker in Dongen

Beschrijving kas (Figuren 47 en 48):

- Verhoogde wandelkappen
- Goothoogte 2m
- Gotische boogconstructie
- Geen nokluchting; luchting door handmatig omhoog schuiven van folie vanaf goot op hele lengte van de kas, folie glijdt met wind zelf weer naar beneden; luchting door weglaten van delen van de folie van de kopgevels en de deuropeningen
- Folie: niet bekend, waarschijnlijk UV-doorlatende aardbeienfolie
- Investeringskosten: €15-16/m² inclusief goten; tegenover €70-80/m² inclusief goten voor glazen kas (tuinder heeft ook glazen kassen)

Beschrijving teelt:

- Aardbeien in goten op ca. 1 m hoogte
- Teeltperiode: 20 mei - 20 juni en 20 augustus – 10 oktober in wandelkappen; overige periode eind maart – eind mei en augustus –december wordt alleen in glazen kas geteeld; teel in wandelkappen is aanvullend
- Kas kan vorstvrij worden gehouden, ingrijpen mogelijk als luchtvochtigheid te hoog wordt, licht bijstoken

Voordelen:

- Geen bouwvergunning nodig, omdat het gaat om “tijdelijke teeltondersteuning”
- Lage kostprijs; omzet van €25/m²/jaar bij een investering van €15-16/m² inclusief goten tegenover €45/m²/jaar bij een investering van €70-80/m² inclusief goten in een glazen kas
- Kas gebouwd met nokrichting Oost-West is sterk, echter vruchten aan zuidkant zijn sneller rijp; kas gebouwd met nokrichting Noord-Zuid zou beter zijn voor lichtinval, echter kas wordt bij wind sneller beschadigd.

Nadelen:

- Klimatisering moeilijk, handmatig luchten, warmte en vocht blijft snel hangen in kas
- Voor stookperiodes of zwaarder gestookte teelten gebruikt men geen folie maar liever een glazen kas i.v.m. energieverbruik
- Geen dakkoeling met water mogelijk i.v.m. sterke algengroei aan buitenkant op de folie
- Schoonmaken folie moeilijk, folie wordt ruw en trekt extra vuil aan
- Staande goten tegenover hangende goten in glazen kas, daardoor leggen van loopfolie moeilijk, onkruidbestrijding moeilijk

- Kas gebouwd met nokrichting Oost-West is sterk, echter vruchten aan zuidkant zijn sneller rijp; kas gebouwd met nokrichting Noord-Zuid zou beter zijn voor lichtinval, echter kas wordt bij wind sneller beschadigd.

Toepassingsmogelijkheden:

- Aanvullend aanbod van aardbeien in zomerperiode in Nederland, aanbod bij Greenery in deze periode is klein; teelt in glazen kas te duur, aanbod uit onbeschermde teelt in volle grond nog niet voldoende, wandelkappen bieden hier mogelijkheden
→ Voor bescherming van de duurdere vollegrond groenteteelten om het aanbod vroeg in het seizoen vanuit Nederland mogelijk te maken (aardbeien, radijs, courgette etc., maar ook zomerbloemen en heesters); teelten voor wie glazen kas te duur is, maar vollegrond teelt nog niet op gang,

Andere Aandachtspunten:

- Discussie gemeentes: Folietunnels zijn lelijk, geen vergunning van welstandscommissie, hoe eenvoudiger de folieconstructie des te moeilijker een vergunning te verkrijgen
- Folie in dak kapot pikken door kraaien, welke insecten binnen in de kas willen vangen

3.2 Kas no. 2: Rolkassen

Teelt: Zomerbloemen, heesters

Kweker in Kerkwijk

Beschrijving kas (Figuren 49 t/m 51):

- Twintunnel als rolkas, rollen op de grond op vaste plek, kas kan worden verschoven in lengterichting
- Ronde kappen zonder nokluchting, rondom zijluchting, hierdoor maximaal 5°C boven buitentemperatuur
- Folie: niet bekend, levensduur 7-8 jaar, schoonmaken bij regenachtig weer door lange lappen over kas heen te trekken
- Investeringskosten: > €35/m²; eigen inbreng in ontwikkeling, geen standaard kas

Beschrijving teelt:

- In voorjaar overkapping van heesters (bijvoorbeeld *Viburnum*), in zomer en herfst chrysant
- Kas is geheel onverwarmd

Voordelen:

- Alternatief voor een wandelkap, ter vergelijking: kosten wandelkap ca. €15/m², (verrollen 60m kas lengte met 4 man binnen 2 uur)
- Flexibel

Nadelen:

- Bij gestookte teelten liever glazen kas i.v.m. energiebesparing
- Dubbele folie net zo duur als een glazen kas
- Foliekas minder degelijk dan een glazen kas

Toepassingsmogelijkheden:

- Voor teelt van zomerbloemen en heesters, welke vaste plek in de grond hebben en maar tijdelijk moeten worden overdekt voor vervroeging

Andere Aandachtspunten:

- Discussie gemeentes: Gemeentes verlenen bouwvergunning van folietunnels nog maar tijdelijk voor een periode van bijvoorbeeld 5 jaar, daarna nieuwe procedure nodig, is onzeker en duur

3.3 Kas no. 3: Multispan foliekas met gotische kap

Teelt: Perkplanten, potplanten

Kweker in Bruchem

Beschrijving kas (Figuren 52 en 53):

- Multispan foliekas met gotische kap
- Goothoogte 4m
- Éenzijdige nokluchting wisselend van kap tot kap; luchten van elke tweede kap voldoende, mogelijkheid om van de windrichting onafhankelijk te kunnen luchten, binnentemperatuur ook in zomer op niveau van buitentemperatuur; geen zijluchting, zo betere schoorsteenwerking
- Dubbele folie: UV-doorlatend; wordt regelmatig schoon gemaakt van binnen en buiten
- Afdeling met dubbele folie voor energiebesparing, afdeling met enkele folie alleen voor het vorstvrij houden van planten
- Investeringskosten: €30/m² kale kas

Beschrijving teelt:

- Perkplanten, Campanula, Primula, Celosia etc.

Voordelen:

- Volledige kas vergelijkbaar met een glazen kas
- Door UV-doorlatende folie betere kwaliteit planten, meer zijscheuten, betere kleur, minder remstoffen nodig
- Energiebesparing onder dubbele folie, licht is minder belangrijk voor zijn teelten

Nadelen:

- Meer vocht in winter onder dubbele folie, dan onder enkele folie

Toepassingsmogelijkheden:

- Perkplanten, potplanten, opkweek jonge planten

3.4 Kas no. 4: Multispan foliekas met gotische kap en met ronde kap

Teelt: Kleinfruit

Kweker in Zaltbommel

Beschrijving kassen (Figuren 54 t/m 57):

- Multispan foliekas met gotische kap
- Éenzijdige nokluchting en rondom zijluchting is voldoende om temperatuur ook in de zomer op het niveau van de buitentemperatuur te houden
- Dubbele folie Hytilux; wordt 2-3 keer per jaar schoon gemaakt, levensduur 6-7 jaar
- Multispan foliekas met ronde kap
- Géén nokluchting en rondom zijluchting met netten en sluis
- Dubbele folie Patilux diffuus
- Goothoogte 4m, vakmaat 8m*4.5m
- Investeringskosten: €30-35/m² kale kas

Beschrijving teelt:

- In het voorjaar teelt van perkgoed, vanaf juni teelt van kleinfruit met oogst in september tot december
- In andere kas teelt van aardbeienzaadgoed

Voordelen:

- Energiebesparing dubbele folie, licht minder belangrijk
- Éenzijdige nokluchting en rondom zijluchting is voldoende om temperatuur ook in de zomer op het niveau van de buitentemperatuur te houden
- Minder optreden van condensatie aan dubbele folie, een te hoge luchtvochtigheid wordt weggelucht
- Langere levensduur van folie en kas door dubbele folie, betere stevigheid kas, meer zekerheid als toch 1 folie laag wegwaait
- Perkgoed hoeft minder geremd te worden
- Verlenging productieperiode kleinfruit
- Diffuse folie verhoogt opbrengst aardbeien met minimaal 10%

Nadelen:

- Éenzijdige nokluchting wordt niet aanbevolen voor de teelt van aardbeien, omdat de kans op meeldauw dan toeneemt
- Vervuiling folie verschillend, Hytilux wordt snel vuil, Patilux niet

Toepassingsmogelijkheden:

- Perkplanten, bramen, frambozen, aardbeien, rode bessen etc.
→ Voor verlenging productieperiode van kleinfruit en vervroegde oogst van aardbeien

Andere Aandachtspunten:

- Verzekering van de kas is te duur, folie wordt na 2 jaar nog maar voor de helft vergoed, premie hoog, daarom heeft deze tuinder de kas niet meer verzekerd

3.5 Kas no. 5: Multispan foliekas met zadeldak en Multispan rollair foliekas

Teelt: Boomkwekerij containerteelt

Kweker in Opheusden

Beschrijving kas (Figuren 58 t/m 63):

- Multispan foliekas met zadeldak en éenzijdige nokluchting
- Multispan rollair foliekas
- Oprollen folie in dak, zodat dak geheel open kan, dak alleen dicht als het regent, anders open voor 'buitenteelt'
- Folie: versterkte gewezen folie voor meer stevigheid en minder beschadiging door oprollen, levensduur folie wordt geschat op 5-15 jaar (weinig ervaring ermee)
- Investeringskosten multispan rollair foliekas: €50/m²

Beschrijving teelt:

- Containerteelt boomkwekerijproductien
- Jaarrond vorstvrije teelt

Voordelen:

- Minder ziektes in multispan rollair foliekas bij *Hedera*, omdat ze droog staan als het regent, duidelijk betere kwaliteit
- Goede sterkte van de folie door gewapende structuur, licht is minder belangrijk

- Lagere kostprijs t.o.v. glazen kas
- Diffuse folie zorgt voor minder verbranding van planten, anders krijten nodig

Nadelen:

- Voor gestookte teelten energieverbruik te hoog, dan beter glazen kas of dubbele folie

Toepassingsmogelijkheden:

- Boomkwekerijproducten, afharden perkgoed

Andere Aandachtspunten:

- Discussie gemeentes: Is een multispans rollair foliekas een “teeltondersteuning” of een “permanent gebouw (kas)”?
 Permanente gebouwen mogen niet worden gebouwd in het buitengebied, wijziging in het bestemmingsplan nodig door provincie
 Anderzijds mogen teeltondersteunende maatregelen in het buitengebied worden toegepast, alleen toetsing door welstandscommissie
- Folie in gevel kapot (vernielingen door vandalen)

3.6 Kas no. 6: Regenkappen

Teelt: Kersen

Kweker in Kesteren

Beschrijving kas (Figuren 64 t/m 67):

- Regenkappen, staalconstructie met gespannen folie
- Gewapende folie, voor betere stevigheid
- Folie door klemmen met net ertussen aan elkaar vast gemaakt
- Netten in zijkanten, zodat compartimenten volledig dicht zijn voor vogels
- Investeringskosten: €10/m² zonder opbouw, €20/m² met opbouw

Beschrijving teelt:

- Kersenbomen worden overkapt als ze 3 jaar en ouder zijn, eerder lonen folie of netten niet, omdat de opbrengst nog te laag is
- Fundering zetten bij 1 jarige bomen, staalconstructie bij 2 jarige bomen, folie en netten bij 3-4 jarige bomen
- Folie wordt begin juni tot september boven kersen gebracht, daarna folie verwijderd, constructie blijft staan
- Verwijderen folie duurt 15 minuten voor 100m folie, als deze los is gemaakt

Voordelen:

- Kersen worden door folie beschermd tegen open springen als gevolg van een regenbui
- Kersen worden door netten beschermd tegen vogelvraat
- Degelijke, stabiele constructie “mercedes onder de regenkappen”

Nadelen:

- Minder degelijke constructies zijn gevoelig voor wind, folie waait snel weg

Toepassingsmogelijkheden:

- Fruitbomen

Andere Aandachtspunten:

- Geen bouwvergunning van gemeente verleent, tijdelijke folieoverdekking over fruitbomen wordt gedoogd door veel gemeentes

3.7 Kas no. 7: Folietunnel

Teelt: Asperges

Kweker in Veghel-Mariaheide

Beschrijving kas (Figuren 68 en 69):

- Folietunnels 6 m breed
- 140 m lang
- Folie 180 µm dikte, Hyticlear
- Rondboog
- Luchting door handmatig opschuiven van folie in de zijgevels en via openingen in de kopgevels

Beschrijving teelt:

- Asperges in verhoogde bedden op grondverwarming (max. 35^o C); opbouw: 20 cm geel zand (+ verwarmingsbuisen), laag potgrond, zwarte folie;
- Licht pas na 1 mei nodig voor vegetatieve groei;
- 3x meer planten per m² in tunnels dan buiten;
- Buiten 9 –10 t/ha asperges geoogst; in tunnels 20 t/ha geoogst (bij 3x zoveel planten per m²)
- Ook heeft deze kweker buitenteelt op grondverwarming;
- Het areaal verwarmde asperges in Nederland is ca. 200 ha;
- Ervaring met asperges in verwarmde kassen gedurende 7 à 8 jaar

Voordelen:

- Energiebesparing van 50% bij de teelt van asperges in tunnels vergeleken met verwarmde teelt buiten;
- Door het beschutte klimaat in de tunnels treedt vervroeging op (1 maart oogsten i.p.v. 15 maart);
- De folie wordt niet schoongemaakt;
- Er zijn geen problemen met schade veroorzaakt door wind en sneeudruk.

Nadelen:

- Het verkrijgen van een vergunning voor nieuwbouw van tunnels wordt steeds moeilijker. Er kan alleen gebouwd worden op een bouwperceel en niet in het open veld;

Toepassingsmogelijkheden:

- Beschermd aspergeteelt in Nederland.

Andere Aandachtspunten:

- De ventilatie van de foliekassen zou beter kunnen met nokventilatie. Dit is echter (nog) te duur.

3.8 Kas no. 8: Folietunnel

Teelt: Groentezaden

Zaadbedrijf in Nunhem(Haalen)

Beschrijving kas (Figuren 70 t/m 71):

- Folietunnels geleverd door van Amevo Techniek, breedte 6 m, lengte 20 m,
- Opbouw tunnels door eigen personeel
- Ventilatie door insectengaas in de kopgevels; in de winter wordt insectengaas afgedekt met folie
- Ronde kappen zonder nokluchting, onderste meter is niet rond (verticaal)

- Folie: Hyticlear
- Over de nok zijn draden gespannen om te voorkomen dat vogels op de nok gaan zitten
- In de kas soms tijdelijk kooien met insectengaas voor bestuiving.

Beschrijving teelt:

- De productie van zaden gebeurt via individuele kwekers; op eigen bedrijf alleen research (selectie, basiszaad)
- De kwekers hebben allen dezelfde folietunnels, ook qua afmetingen
- Productie van groentezaden in de grond: meloen, prei, komkommer, augurk, tomaat, radijs, wortel, courgette, witlof en bonen
- Het bedrijf verkoopt zaden wereldwijd. In Nederland werken 300 mensen; internationaal ca. 1000 mensen
- De kassen zijn onverwarmd en daardoor staan ze 's-winters leeg (teeltseizoen: half maart tot half september)

Voordelen:

- Redelijk goedkoop systeem voor de zaadproductie
- De folietunnels zijn goed insectenvrij af te dichten
- Vergelijkbaar kassysteem voor alle aangesloten kwekers

Nadelen:

- De scherpe overgang van de verticale langsgevel naar de boog
- 's-winters geen productie (kassen staan 6 maanden leeg)

Toepassingsmogelijkheden:

- Voor productie van diverse groentezaden

Andere Aandachtspunten:

- Geen

3.9 Kas no. 9: Folietunnel

Teelt: Groentezaden

Zaadbedrijf in Beesel

Beschrijving kas (Figuur 72):

- Folietunnels, breedte 6 m, lengte 20 m, hoogte 3 m
- Ventilatie door insectengaas in de kopgevels
- Investeringskosten: € 30 - € 40 /m² inclusief opbouw en materialen
- De concurrerende kas is de 2^e-hands glazen kas
- Over de nok zijn netten gespannen om de folie te beschermen tegen kraaien

Beschrijving teelt:

- Productie van groentezaden in de grond: prei, asperge, radijs en courgette
- Op bedrijf veel research (ontwikkelen van rassen)

Voordelen:

- In de kassen ontstaat over het algemeen een droog klimaat, wat gunstig is voor het afrijpen van het zaad
- Een gewas als radijs doet het uitstekend in folietunnels; in Venlo-kassen met glas wordt de temperatuur hoger (slechtere ventilatie)

Nadelen:

- Vervuiling folie door uitwerpselen van bijen, wat slecht te verwijderen is

- De indruk bestaat dat bijen in de kassen minder goed vliegen; hommels gaan goed (mogelijk invloed van de gebruikte folie)
- In het voorseizoen kan de temperatuur toch te veel oplopen in de kassen. Een oplossing zou zijn dakkoeling met water
- Het optreden van meeldauw is een probleem, omdat bestrijden met zwavel niet kan i.v.m. de aantasting van de plastic folie

Toepassingsmogelijkheden:

- Productie van groentezaden

Andere Aandachtspunten:

- Geen

3.10 Kas no. 10: Folietunnel

Teelt: Sierheesters in pot

Kweker in Roggel

Beschrijving kassen (Figuren 73 t/m 74):

- Folietunnel met verticale zijgevels waarin de ventilatieopening is opgenomen
- Géén nokluchting, maar extra ventilatie gebeurt via raamopeningen in de kopgevel, omdat het anders toch te warm kan worden in de kas
- Folietunnel 10 m breed en 20 m lang
- Kas gebouwd in 1998, de folie is één keer vervangen (na 6 jaar)

Beschrijving teelt:

- Deze kweker is overgeschakeld van groenteteelt (courgettes en veldsla) naar de teelt van sierheesters, omdat deze laatste teelt veel minder werk met zich mee brengt
- Ook is de opbrengst van sierheesters duidelijk beter dan de groentegewassen
- In de groenteteelt loont het stoken met luchtverhitters (oliekachels) niet

Voordelen:

- Goede luchtige kas, die zeer geschikt is voor het kweken van sierheesters
- Er zijn voldoende ventilatiemogelijkheden in de kas om de temperatuur ook in de zomer in de hand te houden

Nadelen:

- Vervuiling van de folie door algengroei (aan de buitenkant) is een probleem, vooral onder bomen
- Geen probleem ondervonden met schade van het plastic door vogels

Toepassingsmogelijkheden:

- Productie van sierheesters (met rode bessen) voor in de tuin en in kerststukjes

Andere Aandachtspunten:

- Kweker wil uitbreiden met 1 ha folie voor de kweek van heesters

3.11 Kas no. 11: Folietunnel

Teelt: Rabarber

Kweker in Baarlo

Beschrijving kassen (Figuren 75):

- Folietunnel met verticale zijgevels
- Géén nokluchting,
- Folietunnel 10 m breed en 20 m lang
- De kas moet bepaalde perioden lichtdicht gemaakt kunnen worden via een beweegbare zwarte plastic folie. Vandaar dat een dubbele folie gemonteerd is (transparant en zwart)

Beschrijving teelt:

- Deze kweker is gespecialiseerd in het forceren van rabarber, waarbij de rabarber 35 dagen gekoeld moet worden in bedden bij 13^o C. Als de prijs goed is wordt de temperatuur opgevoerd naar 18^o C. Hierna is in 3 weken het product veilinggereed.
- De hoofdijd is half januari tot april
- Er is ca. 60 ha geforceerde teelt van rabarber in Nederland
- De beste prijs is € 5 /kg, gemiddeld is die prijs € 1,20 tot € 1,80 /kg (vergelijkbare buitenteelt brengt op € 0,20 - € 0,30 /kg)

Voordelen:

- Goede kas, die afgestemd is op het doel, namelijk het forceren van rabarber

Nadelen:

- Het telkens moeten verwijderen van het zwarte plastic is een probleem. De voorkeur gaat uit naar een automatisch beweegbaar scherm met zwart plastic, als dit niet te duur is
- Stalen kasconstructie was erg verroest door combinatie van hoge temperatuur en zeer hoge luchtvochtigheid
- Vogels pikken naar vliegjes die zich in de nok bevinden binnen de kas. Hierbij beschadigen zij de kunststoffolie

Toepassingsmogelijkheden:

- Het forceren van rabarber

Andere Aandachtspunten:

- De duurzaamheid van het verzinkte staal in deze extreme omstandigheden

4. Conclusies

In sommige gevallen hebben kassen gedekt met kunststoffolie de voorkeur boven kassen gedekt met glas, namelijk:

- Een constructie voor foliekassen hoeft alleen berekend te worden op sterkte en niet op optredende vervormingen. Bij glas ontstaat namelijk door te grote doorbuigingen van de constructiedelen glasbreuk. Een constructie voor een foliekas of tunnel kan dus lichter zijn. Dit heeft voordelen ten aanzien van de lichtdoorlatendheid en de kosten;
- Een kas met folieomhulling is licht in gewicht vergeleken met een glazen kas: glas weegt zo'n 10 kgf per m²; folie nog geen 1 kgf/m²). Mede hierdoor is een foliekas gemakkelijk te bouwen (behalve bij wind);
- De eigenschappen van de folies kunnen optimaal afgestemd worden op de behoefte van de teelt (wel of geen UV, wel of geen NIR, diffuus);
- Het is mogelijk om grotere en meer ventilatieopeningen te realiseren in foliekassen (oprollen gevelfolie, oprollen dakfolie, luchtramen in het dek). Zie bijvoorbeeld de mogelijkheden voor gevelluchting, zoals aangegeven in Figuur 76. Dit kan zelfs opgevoerd worden tot de maximale luchttingsmogelijkheid, die ontstaat bij cabrioletkassen;
- De bouwkosten van een foliekas of –tunnel zijn in het algemeen lager dan die van een glazen kas (Tabel 1). Folietunnels zijn goedkoper dan foliekassen;
- Verticale zijanten van een folietunnel hebben als voordelen dat er beter in te werken is en er gemakkelijk een luchttingsstelsel in te bouwen is;
- Aangezien de levensduur van de constructie van een foliekas 15 tot 20 jaar is en die van de gangbare folies 5 à 6 jaar moet de folie tot 2 x toe gedurende de levensduur van de kas vervangen worden. De tuinder krijgt dan weer een schone omhulling. Er moeten wel systemen aanwezig zijn om de folie gemakkelijk en snel te kunnen vervangen. Figuur 44 toont een dergelijk systeem met aluminium profielen die in elkaar klemmen met de folie ertussen;
- Door het koppelen van folietunnels tot twin-, trio of quattrotunnels ontstaan grotere aanéengesloten teeltruimten;
- Bij het type foliekassen, gedragen door goten is de aanéengesloten teeltruimte naar wens te maken, aangezien deze foliekassen zowel in de breedte- als in de lengterichting geschakeld kunnen worden;
- Het voordeel van de constructie met zadeldaken is dat de vorm van deze kassen het dichtst komt bij standaard glazen kassen, wat voordelen heeft ten aanzien van de acceptatiegraad en het inpassen van teelten, die vanouds in glazen kassen gebeuren;
- Verder hebben de zadeldaken als voordeel dat de folie vrijwel nergens in direct contact komt met de onderliggende constructiedelen, wat versnelde veroudering van de folie kan veroorzaken (zie voor een voorbeeld van dergelijke contacten bij gebogen constructies Figuur 45). Figuur 46 toont een kapconstructie met gespannen folie over de nok, waarbij het onderling contact folie / constructie vrijwel nihil is;
- Een mogelijkheid om constante ventilatie en/of scherming in foliekassen te verkrijgen is het toepassen van netten. Deze kunnen ook in de luchttingsopeningen van foliekassen of glazen kassen gemonteerd worden om schadelijke insecten buiten de kas te houden;
- Bij foliekassen zijn goede mogelijkheden om cabrioletkassen te ontwerpen, die kunnen zorgen voor maximale ventilatie oftewel buitenomstandigheden;
- Door toepassing van dubbele folies is het mogelijk om goedkoop en eenvoudig een zeer goede isolerende omhulling te realiseren (op jaarbasis zo'n 30%). Dit kan in het dek van foliekassen met gebogen of zadeldakvorm goed gedaan worden;
- Bij foliekassen zijn er nog vele ontwikkelingen denkbaar, zoals het dragen en spannen van de folie door opgeblazen constructiedelen (pneumatic structures) of zelfs het dragen van een hele kas door lucht. Figuur 77 toont een voorbeeld van een kas in de Verenigde Staten, die overeind wordt gehouden door een overdruk te realiseren in de kasruimte. Er zijn dan sluisen nodig bij de toegangen.

Tabel 1. *Indicatieve bouwkosten in Euro's per m² van verschillende kastypen met folieomhulling (volgens opgave foliekassenbouwers), inclusief montage, indien niet anders aangegeven, excl. installaties (verwarming e.d.) en excl. BTW:*

Kastype	Breedte	Oppervlak	Prijs
Wandelkappen, incl. standaard folie		Oppervlak ... m ²	€ 5 tot € 6,- *)
Folietunnel, incl. standaard folie	Breedte tot 5 m	Oppervlak 250 m ²	€ 8,- *)
Folietunnel, incl. standaard folie	Breedte tot 6 m	Oppervlak 200 m ²	€ 8,- *)
Folietunnel, incl. standaard folie	Breedte tot 8 m	Oppervlak 320 m ²	€ 12,- *)
Folietunnel, incl. standaard folie	Breedte 9,2 m	Oppervlak 250 m ²	€ 20,-
Folietunnel, incl. standaard folie	Breedte 10 m	Oppervlak 200 m ²	€ 30,-
Twin-, Trio- en quattrotunnel, incl. standaard folie		Oppervlak 750 m ²	€ 25,-
Foliekas met ronde kappen of zadeldak, incl. standaard folie		Oppervlak > 1ha	€ 27,-
Cabrioletkas met zadeldak		Oppervlak > 1ha	€ 30,-
Roll-air kas, incl. gewapende folie		Oppervlak 2000 m ²	€ 48,-
Schaduw- en schermhal, incl. net		Oppervlak 1500 m ²	€ 10,- tot € 25,- (laatste met beweegbaar scherm)
Regenkappen, incl. standaard folie		Oppervlak 4000 m ²	€ 1,50 tot € 7,50 *)

*) *zonder montage, door de tuinder zelf op te bouwen*

5. Samenvatting

Bij de toepassing van een niet-flexibel materiaal als kasomhullingsmateriaal, zoals glas en kunststofplaten, moet de mate van toegestane vervormingen van het kasdek beperkt worden om breuk van de platen en het glas te voorkomen. Hiervoor zijn relatief veel en zware constructiedelen nodig, wat een negatief effect heeft op de lichthoeveelheid in de kas.

Een flexibel materiaal, zoals kunststofolie daarentegen kan aanzienlijke vervormingen opnemen zonder dat schade optreedt aan de folie. Zo hebben foliekassen in principe het voordeel dat er minder constructiedelen nodig zijn, de kas lichter is en dus potentieel de lichtdoorlatendheid voor het gewas hoger. Een kas met folieomhulling is licht in gewicht vergeleken met een glazen kas. Mede hierdoor is een foliekas gemakkelijk te bouwen.

Daarnaast biedt een kas met folieomhulling de mogelijkheid gebruik te maken van de specifieke eigenschappen van de folies (de spectrale doorlatendheid, het wel of niet UV-doorlatend zijn, het anti-condensgedrag). Het gewas kan op die manier de keuze voor een (*customized*) folie bepalen.

Het is mogelijk om grotere en meer ventilatieopeningen te realiseren in foliekassen (oprollen gevelfolie, oprollen dakfolie, luchtramen in het dek). Dit kan zelfs opgevoerd worden tot de maximale luchttingsmogelijkheid, die ontstaat bij cabrioletkassen.

In dit deelrapport worden verschillende categorieën kastypen beschreven die geschikt zijn voor flexibele omhullingen. Deze kastypen zijn ingedeeld naar 'opklimmende' functies (ze worden steeds 'beter'). De kostprijs van de kassen loopt hier eveneens mee op, van respectievelijk 1,50 euro per vierkante meter voor de meest eenvoudige 'regenkap' tot 48 euro per vierkante meter voor een 'roll-air kas', inclusief gewapende folie. De kostprijs van kas met flexibel kasomhullingsmateriaal is over het algemeen lager dan die van een glazen kas.

Naast een beschrijving van de verschillende kastypen bevat dit deelrapport beknopte verslagen van interviews met Nederlandse tuinders die foliekassen in gebruik hebben. Daarbij wordt steeds ingegaan op de teelt, het kastype en de voor- en nadelen van de foliekas.

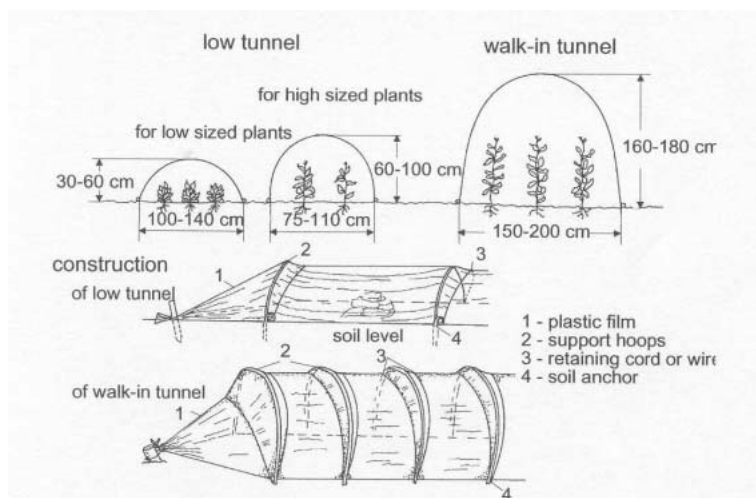
Literatuur

- Elsner, B. von, D. Briassoulis, D. Waaijenberg, A. Mistriotis, Chr. von Zabeltitz, J. Gratraud, G. Russo & R. Suay-Cortes, 2000.
 Review of structural and functional characteristics of greenhouses in European Union countries, Part II, Typical designs, *Journal of Agricultural Engineering*, no. 75, 2000, p. 111-126.
- EN 13031-1, december 2001.
 Greenhouses: design and construction – Part 1: Commercial production greenhouses, Europese norm, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, pp. 94.
- Waaijenberg, D. & S. Hoffmann, 2001.
 Constructievormen en omhullingsmaterialen voor tuinbouwkassen, IMAG rapport 2000-09, pp. 70.
- Waaijenberg, D., 1995.
 Richtlijn kassen met flexibele omhullingen, constructieve aspecten, IMAG-DLO rapport 95-30, pp.55.
- Waaijenberg, D., 2000.
 Natuurlijke ventilatiemogelijkheden in kassen, IMAG Nota P 2000-42, pp. 44.
- Woerden, S.C. van, 2003.
 Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 2003-2004, Groenten, snijbloemen en potplanten, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO), Wageningen UR, pp. 154 + bijlagen.

Documentatie van volgende firma's gebruikt voor de illustraties:

- Rovero Systems, Postbus 162, 4940 AD Raamsdonksveer
- Amevo Techniek, Langestraat 37, 6624 AA Heerwaarden
- VDH Foliekassen, Röntgendreef 22, 3146 BN Maassluis
- Van den Heuvel, Groot Veerle 8, 2960 Sint-Lenaarts (Brecht), België
- Deforche, Gentseheerweg 108, B-8870 Izegem, België
- Ininsa Invernaderos e Ingenieria, S.A., Camino Xamussa, Apartado Correos, 145, 12530 BURRIANA (Castellón), Spanje
- Repsol, Embajadores, 183, 28045 Madrid, Spanje
- Filclair, RN 96, 13770 Venelles, Frankrijk
- Götsch & Fälsche GmbH, Fessenheimer Strasse 2, 86733 Alerheim, Duitsland (Thermohaus)
- Stolte, Nährweg 4-6, 49356 Diepholz, Duitsland

Bijlage



Figuur 1. Principe-doorsneden van lage tunnels, waarin rechtop lopen niet mogelijk is (Elsner et al, 2000).



Figuur 2. Voorbeeld van een lage folietunnel met wegschuifbaar plastic (Rovero).



Figuur 3. Voorbeeld van lage folietunnels op grote schaal (Repsol).



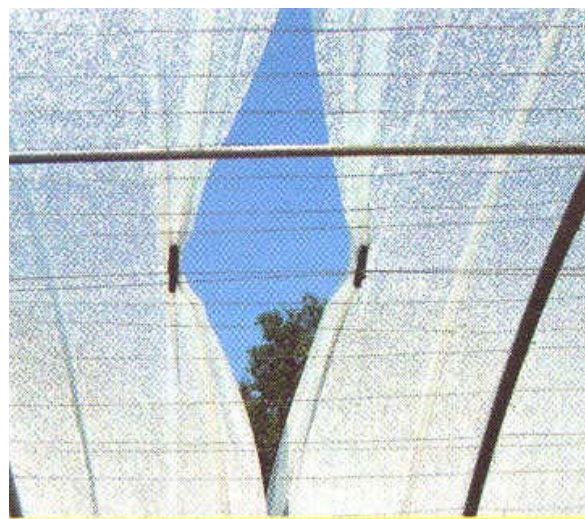
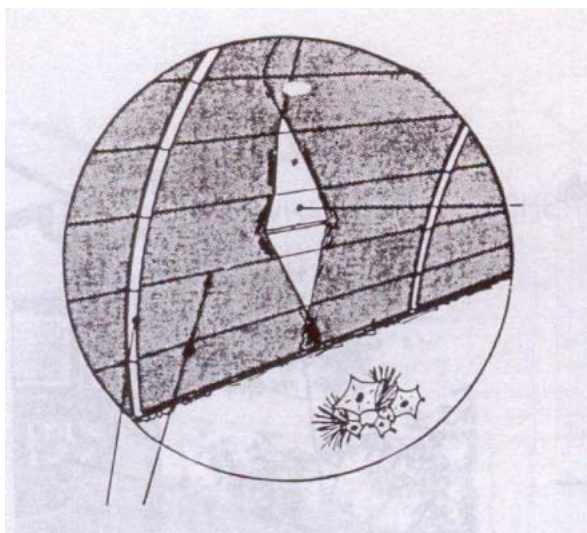
Figuur 4. Lage folietunnels naast hogere tunnels (Stolte).



Figuur 5. Zogenaamde wandelkappen, die vaak tijdelijk gedurende één seizoen worden geplaatst en dan weer worden verwijderd (Amevo, Rovero).



Figuur 6. Het opbouwen en afbreken van lage tunnels is zeer eenvoudig te doen; ook door de tuinder zelf (Filclair).



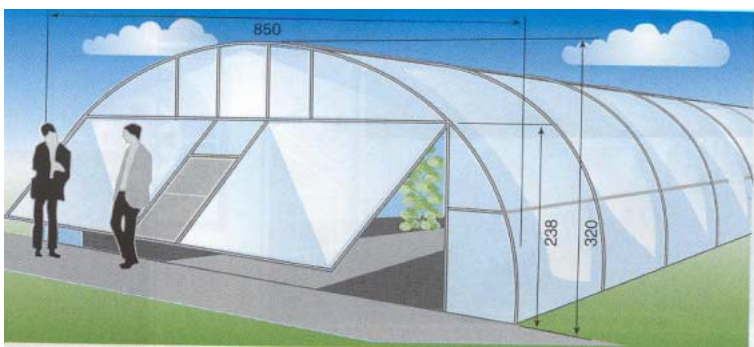
Figuur 7. Ventilatiespleten in de omhulling maken door verschuiven van folie en het er tussen plaatsen van een stok o.i.d. of het naar de kopgevels trekken van draden (Waaijenberg, 2000, Amevo).



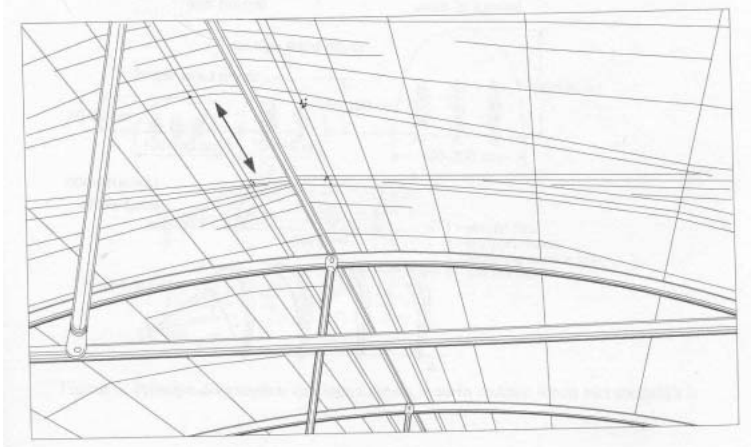
Figuur 8. Een tweetal typen folietunnels met gebogen doorsnedevorm tot op het maaiveld (Rovero).



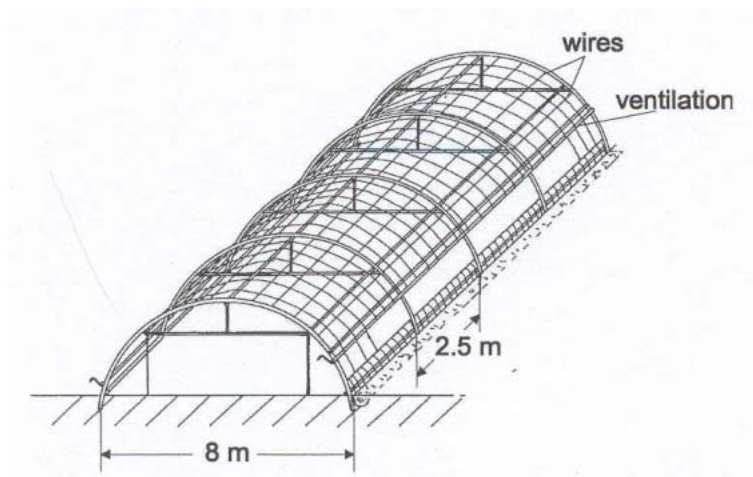
Figuur 9. Binnenaanzicht van een folietunnel met gebogen doorsnedevorm (Rovero).



Figuur 10. Natuurlijke ventilatie van de tunnel door het openzetten van deuren, ramen of gedeelten van de kopgevels (Rovero).



Figuur 11. Natuurlijke ventilatie door het opschuiven van de kunststoffolie via een mechaniek met draden (Waaijenberg, 2000).



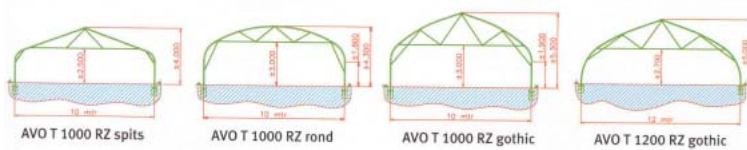
Figuur 12. Natuurlijke ventilatie door het gebruik van een oprolmechanisme (Elsner et al., 2000).



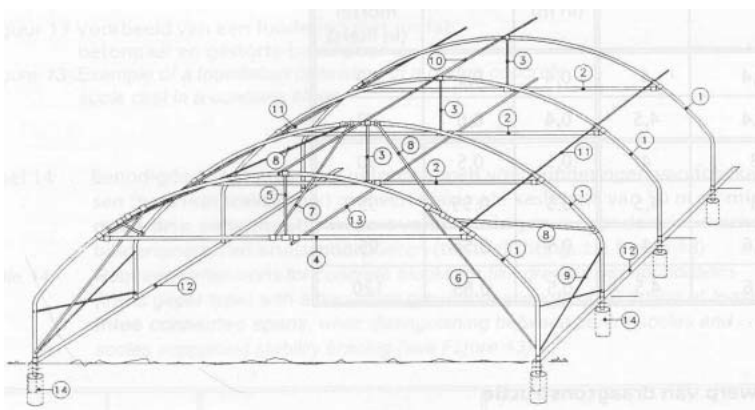
Figuur 13. Een folietunnel met gebogen vorm en met verticale zijgevels (Rovero).



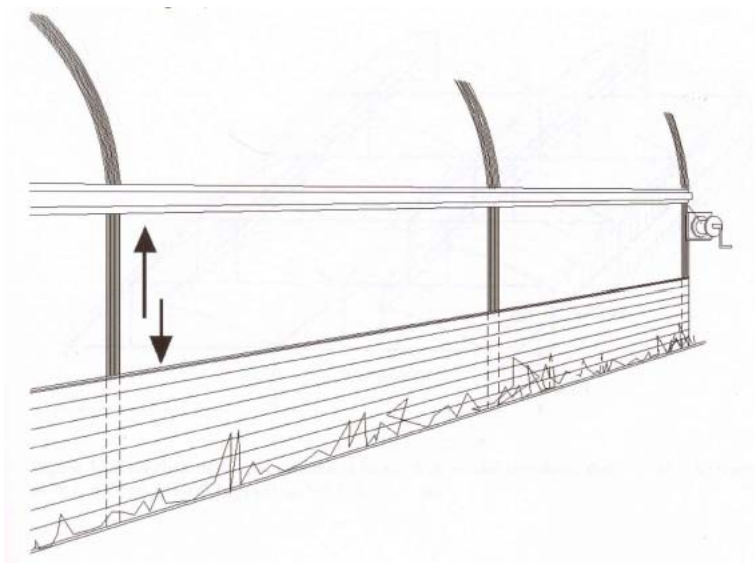
Figuur 14. Voorbeeld van een hoge folietunnel met verticale zijgevels (Rovero).



Figuur 15. De constructie van de bogen met schoring in diverse tunnels (Amevo).



Figuur 16. De constructie van een folietunnel met verticale zijgevels (Waijzenberg, 1995).



Figuur 17. Doorgaande zijgevelventilatie door het gebruik van een ophijsmechaniek (Waijzenberg, 2000).



Figuur 18. Voorbeeld van een ophijsmechaniek om ventilatie via de zijgevels mogelijk te maken (Waaijenberg, 2000).



Figuur 19. Voorbeeld van foliekappen met geknikte, gotische dakvorm (Amevo).



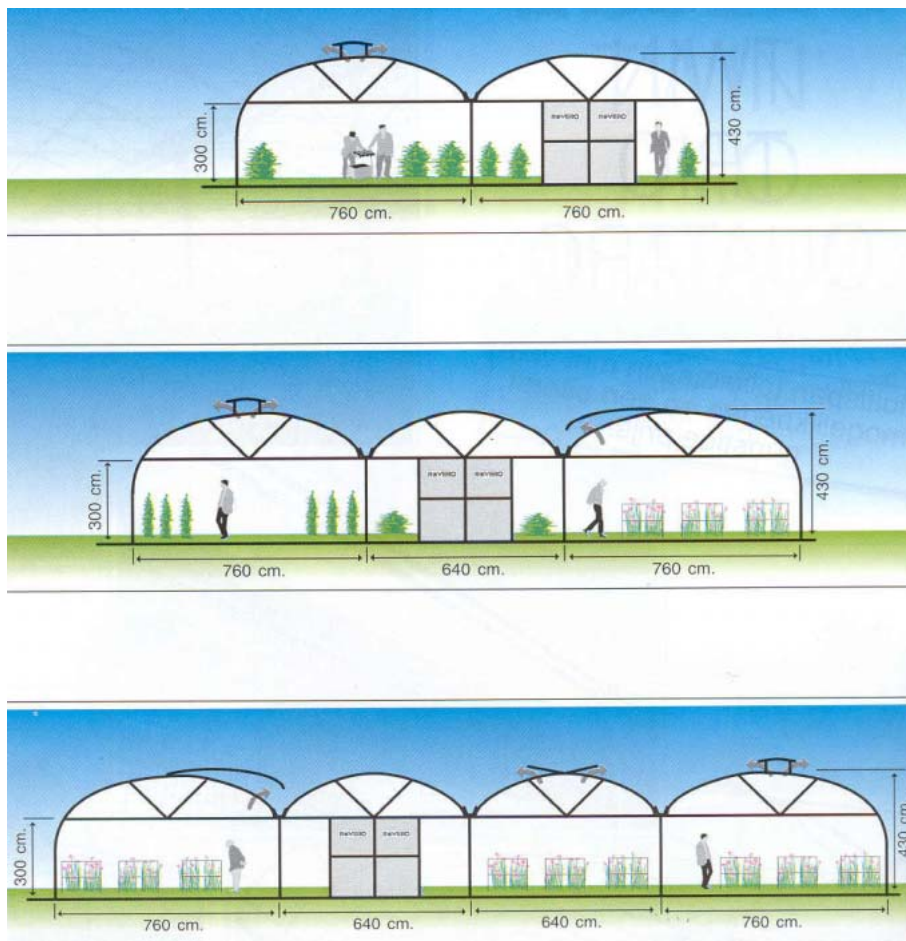
Figuur 20. Een alleenstaande foliekas met zadeldakvorm dubbele, opgeblazen kunststoffolie in het dek en doorgaande zijgevelluchting (Götsch & Fälschle).



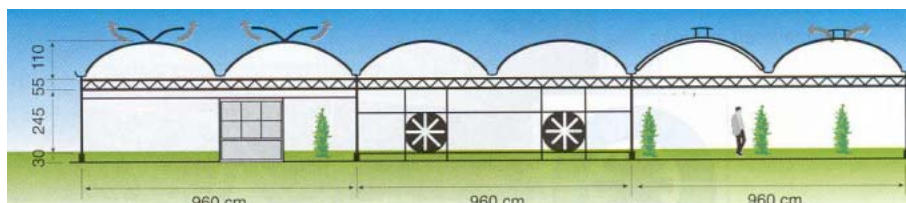
Figuur 21. In plaats van met folie kunnen tunnels e.d. ook bekleed worden met schaduwgevende en ventilerende netten (Amevo).



Figuur 22. Losstaande tunnels met tussenruimten geven veel grondverlies (Filclair).



Figuur 23. Een tussenvorm tussen folietunnels en foliekassen zijn de dubbele (twin), drievoudige (trio) en viervoudige (quatro) folietunnels (Rovero).



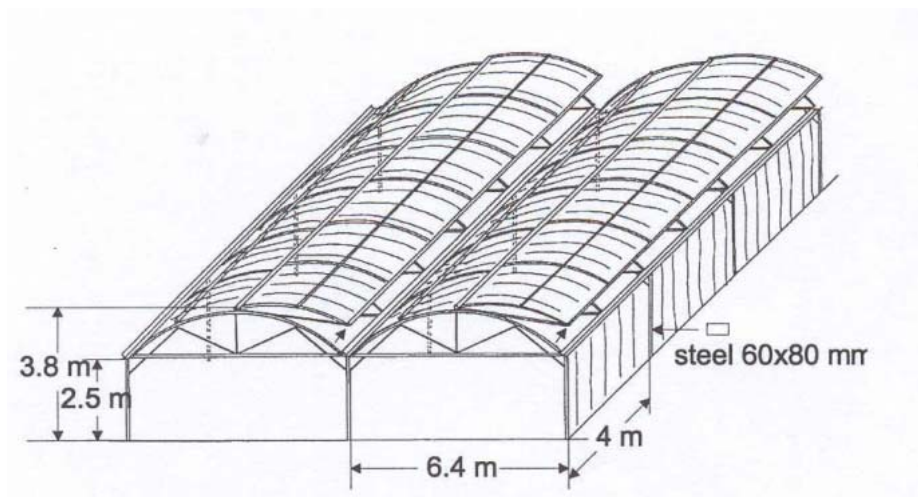
Figuur 24. Doorsnedetekening van een foliekas met een aanéngesloten teeltruimte (Rovero).



Figuur 25. Door toepassing van dragende goten ontstaan aanééngesloten teelruimten (Ininsa).



Figuur 26. Voorbeeld van een foliekas met doorlopende teelruimte (Ininsa).



Figuur 27. Een repeterende foliekas met ventilatie door het openen van delen van het dek (Elsner, 2000).



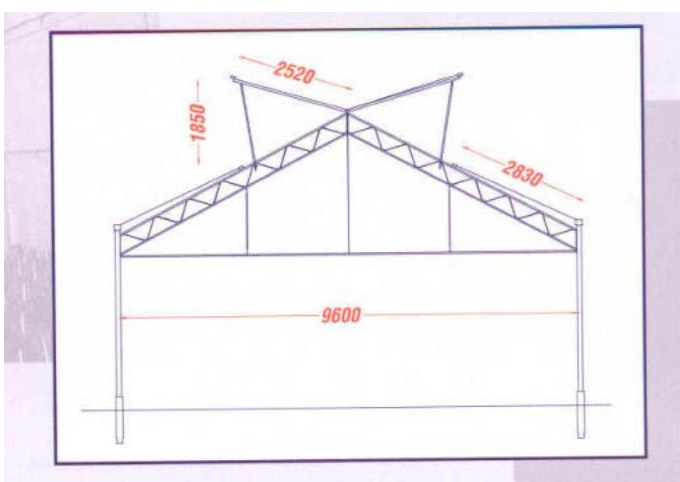
Figuur 28. Met door goten gedragen foliekappen zijn grote aanéengesloten teeltruimten te realiseren, vergelijkbaar met glazen kassen (Ininsa).



Figuur 29. Voorbeeld van een aanéengesloten foliekas met kappen gedragen door goten (foto Waaijenberg).



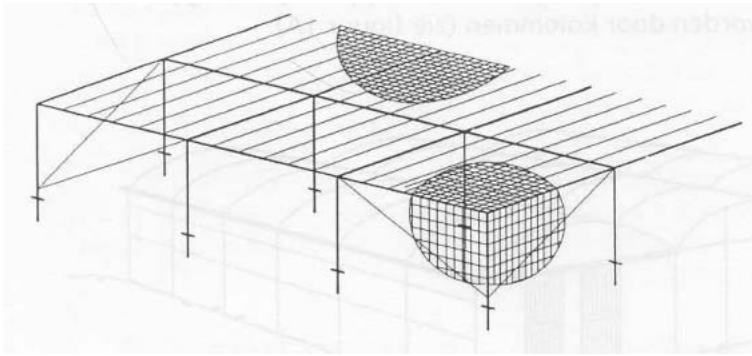
Figuur 30. Foliekassen met zadeldaken en doorlopende nokluchting (als een breedkapper) (VDH).



Figuur 31. De constructie van een breedkap-foliekas met grote luchtramen (VDH).



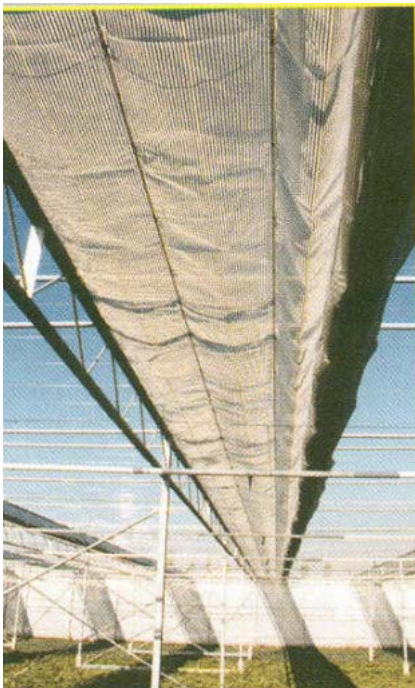
Figuur 32. Voorbeeld van een foliekas met zadeldaken, waarbij de dekfolie gespannen kan worden door het omhoogbrengen van het nokprofiel (van den Heuvel).



Figuur 33. De constructie van een schaduw- of schermhal (Waijzenberg, 1995).



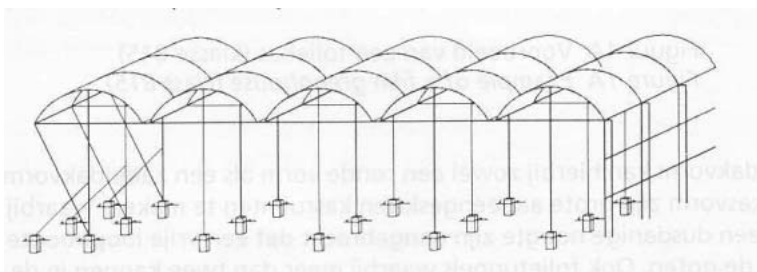
Figuur 34. Voorbeeld van een schaduwhal/ schermhal met netten in het dak en de gevels (Amevo).



Figuur 35. Als een schaduwhal wordt uitgerust met een beweegbaar scherm of net wordt dit geheel een schermhal genoemd (Amevo).



Figuur 36. Voorbeeld van een windscherm bekleed met een net (Amevo).



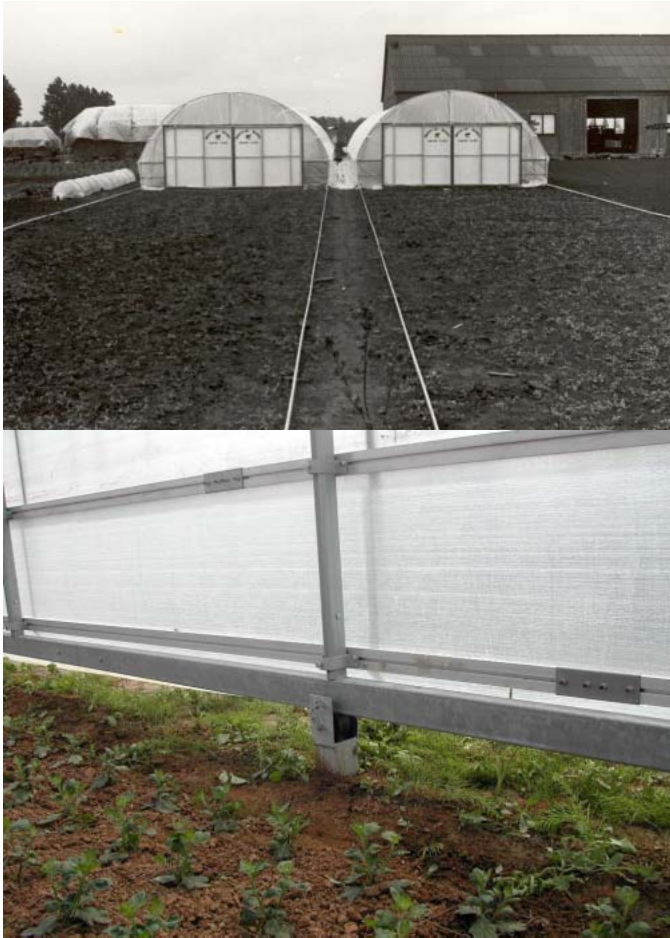
Figuur 37. Constructie van regenkappen zonder gevels (Waaijenberg, 1995).



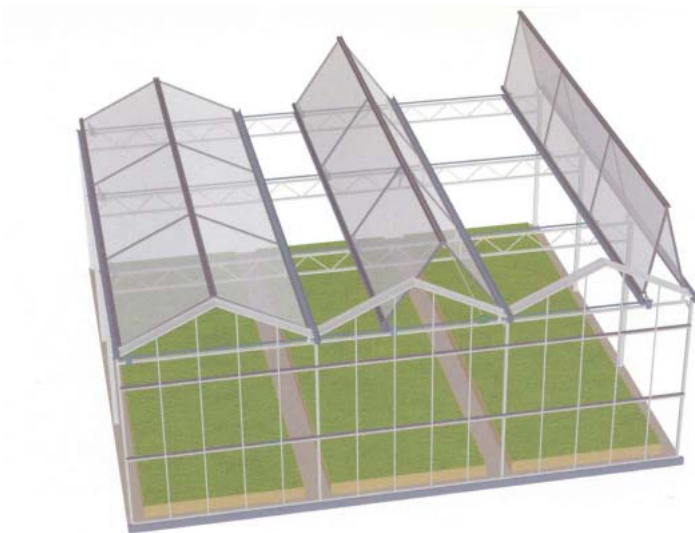
Figuur 38. Een regenkap-constructie bestaande uit alleen een dek (Rovero).



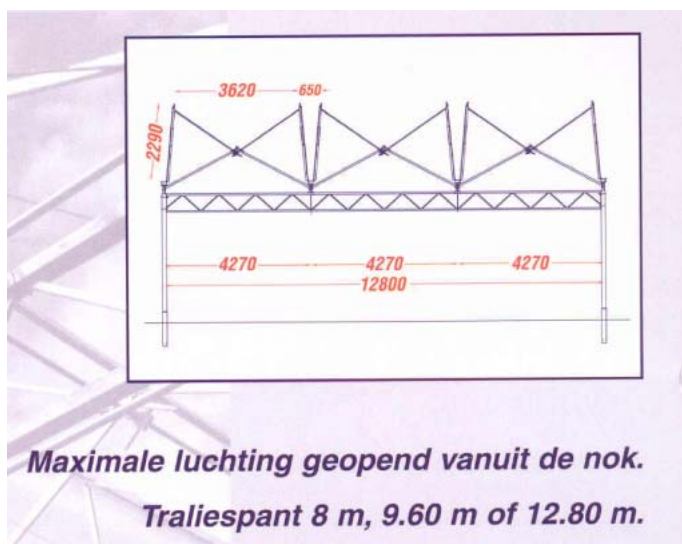
Figuur 39. Foliekas, waarbij het dek grotendeels weggerold kan worden (Rovero, type cabriolet).



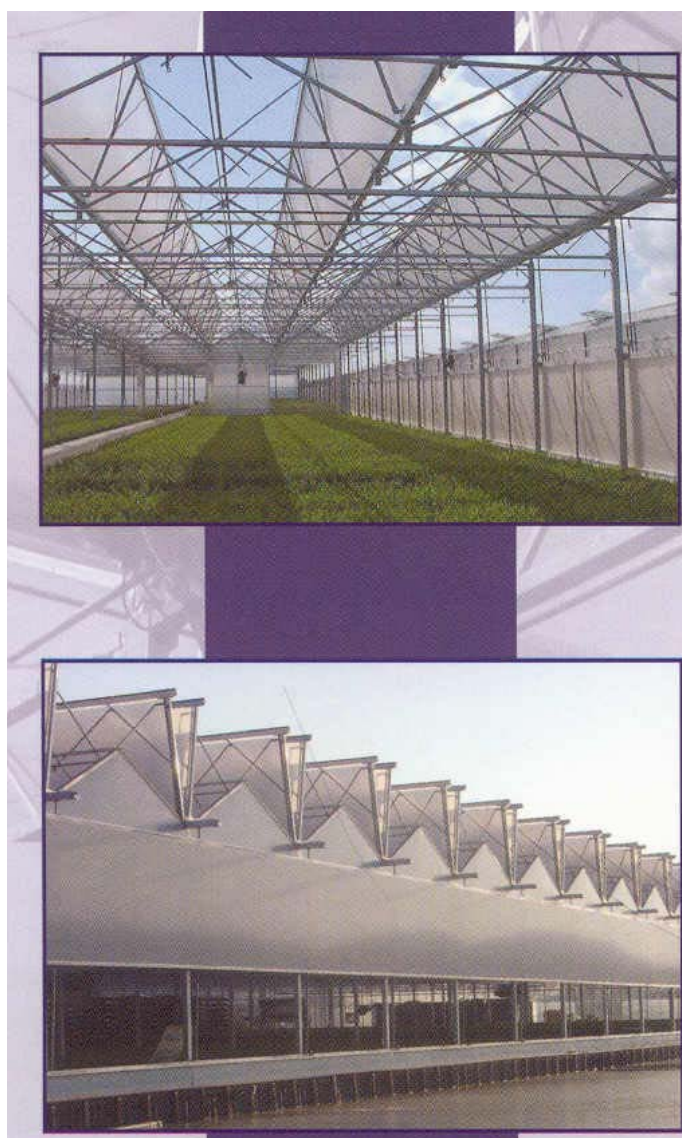
Figuur 40. Een bijzondere vorm van folietunnel is de zogenaamde rolkas. Deze wordt over rails gerold als het gewas er om vraagt, zoals bij bolgewassen (Foto's Waaijenberg).



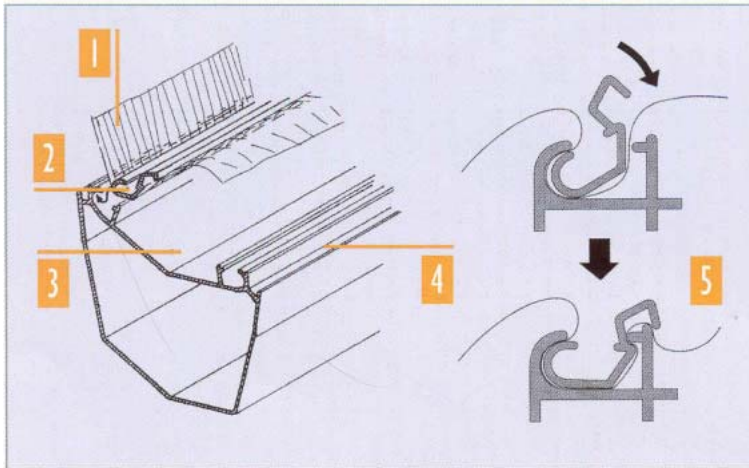
Figuur 41. Foliekas, waarbij het dek grotendeels weggeschoven kan worden (scharnierend om de goot en de andere dekhelft geschoven) (Deforche).



Figuur 42. Foliekas, waarbij de dekhelften scharnieren aan het gootprofiel (VDH).



Figuur 43. Voorbeeld van een foliekas, waarbij de dekhelften scharnieren aan het gootprofiel (VDH).



Figuur 44. Door de toepassing van slimme klemprofielen voor de bevestiging van folies is het mogelijk om éénvoudig de folie te vervangen, als deze teveel verouderd is (Hoka).



Figuur 45. Door temperatuursinvloed verouderd folie in direct contact met de staalconstructie sneller (zogenaamde hotspots) (Foto Waaijenberg).



Figuur 46. Door het gebruik van gespannen folie als omhulling zijn minder schaduwgevende constructiedelen nodig dan bij glas (Foto Waaijenberg).



Figuur 47. Verhoogde wandelkappen buitenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Dongen; luchting door kopgevels.



Figuur 48. Verhoogde wandelkappen binnenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Dongen; luchting door omhoog schuiven van folie over de lengte van de kas.



Figuur 49. Twintunnel rolkas buitenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Kerkwijk.



Figuur 50. Twintunnel rolkas binnenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Kerkwijk.



Figuur 51. Twintunnel rolkas (Amevo Techniek), kwekerij in Kerkwijk; rollen in de grond.



Figuur 52. Multispan foliekas met gotische kap en éézijdige nokluchting buitenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Bruchem.



Figuur 53. Multispan foliekas met gotische kap en éézijdige nokluchting binnenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Bruchem, dubbel opgeblazen folie in het dak.



Figuur 54. Multispan foliekas met gotische kap, éézijdige nokluchting en zijluchting buitenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Zaltbommel.



Figuur 55. Multispan foliekas met gotische kap, éézijdige nokluchting en zijluchting binnenkant (Amevo Techniek), dubbele opgeblazen folie, kwekerij in Zaltbommel.



Figuur 56. Multispan foliekas met ronde kap en zijluchting met netten buitenkant (Amevo Techniek), kwekerij in Zaltbommel.



Figuur 57. Multispan foliekas met ronde kap en zijluchting met netten binnenkant (Amevo Techniek), dubbele opgeblazen folie, kwekerij in Zaltbommel.



Figuur 58. Multispan foliekas met zadeldak en éézijdige nokluchting buitenkant (VDH), kwekerij in Opheusden.



Figuur 59. Multispan foliekas met zadeldak en éézijdige nokluchting binnenkant (VDH), kwekerij in Opheusden.



Figuur 60. Multispan rollair foliekas buitenkant (Rovero systems), kwekerij in Opheusden.



Figuur 61. Multispan rollair foliekas binnenkant (Rovero systems), kwekerij in Opheusden, dak volledig gesloten.



Figuur 62. Multispan rollair foliekas binnenkant (Rovero systems), kwekerij in Opheusden, dak volledig gesloten, aandrijving met motor.



Figuur 63. Multispan rollair foliekas binnenkant (Rovero systems), kwekerij in Opheusden, dak gedeeltelijk open.



Figuur 64. Regenkappen (Rovero systems), kwekerij in Kesteren, boven: fundering, midden: staalconstructie, beneden: volledige regenkappen met folie erop.



Figuur 65. Regenkappen (Rovero systems), kwekerij in Kesteren, netten worden aan elkaar bevestigd door klemmen met net ertussen (regenwaterdoorlatend).



Figuur 66. Regenkappen (Rovero systems), kwekerij in Kesteren, open springen van kersen als gevolg van een regenbui wordt vermeden door regenkappen.



Figuur 67. Regenkap door losse folie boven fruitbomen te installeren, heeft een goedkope uitstraling, waait snel weg.



Figuur 68. Aspergeteelt met grondverwarming in folietunnels, kwekerij in Veghel-Mariaheide.



Figuur 69. Folietunnels bij aspergekweker in Veghel-Mariaheide van het type wandelpoppen.



Figuur 70. Meerdere losstaande standaard folietunnels voor zaadproductie-bedrijf in Nunhem (Haalen).



Figuur 71. Gesloten folietunnels voor zaadproductie in Nunhem (Haalen), waarbij ventilatie plaatsvindt door insectengaas in de kopgevels.



Figuur 72. Insectendichte folietunnels bij zaadproductiebedrijf in Beesel met een verticaal deel van de langsevels en insectengaas in de kopgevels voor ventilatie.



Figuur 73. Folietunnel met zijluchting in Roggel voor het kweken van sierheesters (oorspronkelijk voor het kweken van courgettes gebouwd).



Figuur 74. Extra ventilatie door raamopening in de kopgevels bij foliekas in Roggel.



Figuur 75. Folietunnel in Baarlo voor het forceren van rabarber.



Figuur 76 Bij een kas met foliebekleding is het technisch éénvoudig om grote ventilatieopeningen te maken met name in de gevels (VDH).



Figuur 77. Het ideaalbeeld van een foliekas totaal zonder lichtonderscheppende constructiedelen is deze kas gebouwd in de Verenigde Staten. Echter heeft deze door lucht gedragen kas weer andere nadelen (foto's Waaijenberg).