

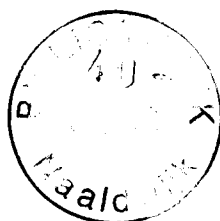
Richtlijn kassen met flexibele omhullingen

Constructieve aspecten

Code of Practice for greenhouses with flexible claddings

Structural aspects

imag-dlo



Abstract

This code of practice provides design rules for the construction of greenhouses, tunnel houses, shadehouses and other structures for which plastic films or woven fabrics are used as cladding materials. Requirements are given with regard to the strength of structures as well as the deformations and displacements. Directions are given as regards loads which may occur in or on film greenhouses, such as self weight, snow, wind, installations and crops. Also material properties are given for several specific materials used for greenhouses.

This design rules have been developed into recommendations for practical applications as regards foundation, supporting structure and cladding.

Keywords: Plastic film, film-covered greenhouse, tunnel, shading house, cladding, flexible cladding, screening material, plastic film, arch, hoop

Voorwoord

Naast de open grondteelt vindt de tuinbouw traditioneel in Nederland hoofdzakelijk plaats in glazen kassen. Ten aanzien van de beschermde teelten is de laatste tijd sprake van een toenemende interesse voor kassen, schaduwhallen, overkappingen en tunnels, die omhuld worden met kunststoffolie of een doekmateriaal. Als redenen hiervoor zijn te noemen: economische overwegingen, de wens tot kwaliteitsverhoging van produkten, het vervroegen of verlaten van het oogsttijdstip en het minder afhankelijk zijn van de grillen van de natuur door de gewassen te beschermen tegen hagel, regen, directe zoninstraling en vorst. Gewassen als aardbeien, boomkwekerijgewassen, zachtfruit, snijbloemen en groenten verhuizen hierdoor meer en meer van de open grondteelt naar foliekassen, -tunnels, schaduwhallen en andere overkappingen.

Door de toename van het telen onder kunststoffolie is de behoefte ontstaan aan een richtlijn voor de constructieve aspecten van kassen met flexibele omhullingen om de kwaliteit van o.a. foliekassen te verbeteren. Ook het tot een aanvaardbaar minimum terugbrengen van de kans op het optreden van schade vormt een belangrijke doelstelling van de richtlijn.

Deze richtlijn is tot stand gekomen in een samenwerkingsverband tussen een aantal belanghebbende groeperingen, zowel van de zijde van de onderzoeksinstituten, de kassenbouwpraktijk als de verzekeringsmaatschappijen. In een periode van twee jaar is door een tweetal werkgroepen deze richtlijn opgesteld, waarbij controle heeft plaatsgevonden door een begeleidingsgroep. Het onderzoek in het kader van deze richtlijn is uitgevoerd door IMAG-DLO en TNO Bouw. IMAG-DLO heeft de organisatie van het project en de redactie van de richtlijn verzorgd.

De werkgroepen en de begeleidingsgroep hadden de navolgende samenstelling:

C.R. Braam (voorzitter)	IMAG-DLO, Wageningen
D. Waaijenberg (rapporteur)	IMAG-DLO, Wageningen
F.S.K. Bijlaard	TNO Bouw, Rijswijk
K. Vis, J.L.J. Rust	Hagelunie, Leidschendam *)
J.W. Visser, F.A.M. v.d. Hoeven	AEGON Verzekeringen, 's-Gravenhage *)
A.M. Boersma	AgriVer, Zwolle *)
D. Onkenhout	AVAG, Den Haag *)
J. v.d. Velden	Amevo-Ubbink, Alkmaar *)
W.P. Vermeulen, H. van Tuyl	Rovero, Raamsdonksveer *)
W.J. Hoeflak	Hoeflak, Hedel *)
H. de Haan	Hanol, Twello *)
F.N. Fase	Fase, Boskoop *)
N. Zeeman	HCT, Maasland *)
P. Verschaeren	Hyplast, Hoogstraten (B) *)
P. Immerzeel	Ludvig Svensson, Hellevoetsluis *)
J. v.d. Kwaak	DLV, Aalsmeer
G.M.J. Korse	NTS / NFO, Honselersdijk / Den Haag

*) Deze bedrijven / instanties hebben via hun financiële inbreng het onderzoek mede mogelijk gemaakt. Daarnaast is het project financieel gesteund door het Ministerie van Economische Zaken via de zgn. Stimuleringsregeling.

In deze richtlijn zijn de resultaten van het project weergegeven. Wij hopen dat het zijn weg zal vinden naar de belanghebbende doelgroepen, zoals tuinders, kassenbouwers, producenten, toeleveranciers, verzekeringsmaatschappijen alsmede adviserende en controlerende instanties.

Wageningen, december 1995

Ir. A.A. Jongebreur
directeur

Inhoud

Samenvatting	6
1 Inleiding	7
2 Toepassingsgebied	8
3 Definities en terminologie	9
4 Kastypen en classificatie	11
4.1 Foliekassen	11
4.2 Folietunnels, overkappingen en schaduwhallen / schermhallen	12
4.3 Classificatie	13
5 Uiterste grenstoestanden	14
5.1 Eisen	14
5.2 Rekenmethoden	14
5.3 Beproevingsmethoden	14
6 Bruikbaarheidsgrenstoestanden	15
6.1 Eisen	15
6.2 Rekenmethoden	15
6.3 Beproevingsmethoden	15
7 Voorwaarden	16
8 Rekenwaarden van belastingen / belastingscombinaties	18
8.1 Belastingen en belastingsfactoren m.b.t. de uiterste grenstoestanden .	18
8.2 Belastingen en belastingsfactoren m.b.t. de bruikbaarheidsgrenstoe- standen	19
8.3 Permanente belasting	19
8.4 Belasting door sneeuw	19
8.5 Belasting door installaties	22
8.6 Belasting door gewassen	22
8.7 Geconcentreerde verticale belasting	23
8.8 Belasting door wind	23
9 Rekenwaarden voor de materiaalgrootheden	41
9.1 Materiaalgrootheden kunststoffolies	41
9.2 Kengetallen grondsoorten i.v.m. fundering	42
10 Rekenregels voor gespannen folies	43
11 Vervormingen, verplaatsingen en maatafwijkingen	44
11.1 Toegestane horizontale en verticale verplaatsingen	44
11.2 Toegestane vervormingen van kasonderdelen	44
11.3 Toegestane maatafwijkingen	44
Summary	46
Literatuur	47
Symbolen en namen van grootheden	48

Bijlage	50
1 Ontwerp van fundering	50
2 Ontwerp van draagconstructie	53
3 Ontwerp van omhulling	55

Samenvatting

Deze richtlijn bevat regels voor het ontwerpen en bouwen van kassen, tunnels, schaduwhallen en andere overkappingen, die als omhullingsmateriaal kunststoffolie of een doekmateriaal hebben. Hierbij worden dit type kassen onderverdeeld in twee klassen met bijbehorende referentieperioden van 15 en 10 jaar. Deze indeling in klassen is belangrijk i.v.m. de vereiste duurzaamheid van de materialen en de grootte van de belastingen veroorzaakt door bijvoorbeeld wind en sneeuw en de belastingscombinaties. Eisen worden gesteld zowel ten aanzien van de sterkte van constructies (uiterste grenstoestand) als ten aanzien van vervormingen en verplaatsingen (bruikbaarheidsgrenstoestand).

De richtlijn geeft aanvullingen / wijzigingen op de bestaande constructienormen NEN 6700 t/m NEN 6770 en de norm voor tuinbouwkassen NEN 3859.

De berekeningsmethoden, die aangereikt worden in deze richtlijn kunnen toegepast worden als voldaan wordt aan een aantal voorwaarden, o.a. ten aanzien van de duurzaamheid van stalen profielen (noodzaak van thermisch verzinken of gelijkwaardige bescherming), de wanddikte van stalen buizen en de duurzaamheid van beton voor funderingen van kassen.

Voor de belastingen, die op kunnen treden in en op (folie)kassen worden voorschriften gegeven. Onder andere wordt achtergrondinformatie verstrekt en zijn bepalingen opgenomen over de belastingen, veroorzaakt door: permanente belasting (eigen gewicht), sneeuw, installaties (permanent of incidenteel aanwezig), gewassen (o.a. tomaten, komkommers, aardbeien en potplanten), geconcentreerde verticale belasting (puntlast) en wind. Voor een groot aantal vormen van foliegedekte kasconstructies worden zgn. vormfactoren gegeven, waarbij de verdeling van de windbelasting over de omhulling duidelijk wordt. Ook wordt aandacht besteed aan een specifiek aspect bij folieomhulde kassen, namelijk het overbrengen naar de constructie van de zuiging- en drukkrachten, die door de wind worden uitgeoefend op een gespannen folie. Van een aantal gangbare folies worden de materiaalgrootheden gegeven.

Om het ontwerpen van betonfunderingen voor foliekassen makkelijker te maken zijn ontwerpregels gegeven voor het dimensioneren van de traditionele fundering met prefab betonpaaltjes gestort in een betonprop.

In de bijlage zijn de ontwerpregels uitgewerkt in praktijkadviezen t.a.v. de fundering, de draagconstructie en de omhulling.

1 Inleiding

De vigerende Nederlandse Norm NEN 3859 "Tuinbouwkassen" [1] en de NPR 3860 "Tuinbouwkassen" [2] bevatten hoofdzakelijk regels en aanwijzingen voor kassen met glas als omhullingsmateriaal. Het gedrag van foliekassen onder belasting wijkt vooral af van dat van kassen met een starre omhulling van glas, omdat bij folies onder windzuiging een afwijkende krachtswerking optreedt (het zgn. balloneffekt). Foliekassen, ontworpen zonder rekening te houden met deze afwijkende krachtswerking, kunnen dan ook reeds schade vertonen bij relatief lage windbelastingen. Uitvoeringsfouten zijn eveneens vaak een schadeoorzaak.

Om het gedrag van een constructie met folieomhulling onder belasting beter te kunnen voorspellen was het nodig om specifieke ontwerpregels op te stellen op basis van aanwezige kennis [3] en uitgevoerd onderzoek. Het doel hiervan is het verkrijgen van een beter inzicht in de krachtswerking, de belastingafdracht en de detaillering van foliekassen, folietunnels en andere overkappingen. Met behulp van deze regels wordt een minimum ontwerp- en bouwkwaliteit gedefinieerd voor deze kastypen, zodat het optreden van schade tot een technisch en economisch verantwoord niveau beperkt wordt en het objectief beoordelen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit mogelijk wordt. Ook kunnen kastypen beter en objectiever vergeleken worden. Tenslotte kan de verworven kennis ingebracht worden in het internationale overleg binnen Werkgroep 3 van CEN\TC 284 'greenhouses' [4].

In de bijlage van deze richtlijn zijn de ontwerpregels uitgewerkt in praktijkadviezen betreffende o.a. de fundering, de sterkte van constructieonderdelen, de verbindingen en de relevante eigenschappen van omhullingsmaterialen.

Er worden geen teelttechnische of bedrijfseconomische consequenties meegenomen in deze richtlijn. Eveneens worden invloeden van het omhullingsmateriaal op het klimaat en het lichtniveau in de kassen niet behandeld. Voor wat betreft de meting en weging van materiaaleigenschappen van folies wordt verwezen naar de literatuur en de Europese normering op dat gebied.

Voor de richtlijn is de systematiek van indeling van de 2^e druk van NEN 3859 [5] aangehouden. Deze richtlijn is aangepast aan de nieuwe constructienormenserie NEN 6700 [6] en de uitgangspunten van het Bouwbesluit [7].

2 Toepassingsgebied

Deze richtlijn is bedoeld om te worden toegepast op foliekassen, folietunnels en andere overkappingen (voor omschrijving betekenis zie hfdst. 3):

- * op tuinbouwbedrijven, voorzover het die ruimten betreft waar teelt van gewassen plaatsvindt;
- * gebouwd als prototypen;
- * gebouwd op terreinen van onderzoeksinstellingen, proefbedrijven en onderwijsinstellingen, voorzover die uitsluitend of overwegend betreden worden door personen die belast zijn met de verzorging van de gewassen.

Deze richtlijn betreft uitsluitend foliekassen, -tunnels e.d. met dusdanige afmetingen, dat een volwassen persoon rechtop kan lopen in deze kassen.

opmerking

Voor een tuinbouwkas waarvan de bestemming wijzigt, in die zin dat de persoonlijke veiligheid meer in het geding is en/of die voor andere doeleinden wordt gebruikt dan voor het kweken van gewassen, zijn de bij de nieuwe bestemming behorende eisen van toepassing.

3 Definities en terminologie

tuinbouwkas	=	bouwwerk met een lichtdoorlatende omhulling bestemd voor het telen van gewassen.
dek	=	lichtdoorlatend dak van een kas.
gevel	=	lichtdoorlatende wand van een kas.
kaslengte	=	afmeting van de kas in nokrichting.
kasbreedte	=	afmeting van de kas in de richting loodrecht op de nokrichting.
vakmaat	=	hart-op-hart afstand van de spanten, kolommen of bogen in de nokrichting.
kapbreedte	=	hart-op-hart afstand van de goten bij meerdere kappen of de overspanning bij enkelvoudige tunnels.
foliekas	=	een kas die naar vorm soms overeenkomst heeft met glazen kassen, doch waarbij het omhullingsmateriaal kunststoffolie is.
folietunnel	=	een kas met een overwegend gekromde doorsnede, waarbij de breedte bepaald wordt door de overspanning en waarbij geen gootprofielen op hoogte aanwezig zijn.
overkapping	=	een veelheid van soorten overkappingen, gebruikt om gewassen te beschutten tegen weersinvloeden (zoals regen, hagel, vorst, directe zoninstraling). Dit kunnen hallen zijn met een rechthoekige doorsnede, omhuld met netten in dak en gevels (schaduwhallen / schermhallen) of een soort afdak met een ronde (of zadeldakvormige) doorsnede boven gewassen, zonder gevels (zie figuur 1C en 1D) dat afgedekt is met folie (regenkappen).
schaduwhal	=	hal met een veelal rechthoekige doorsnede, waarbij een niet-beweegbaar omhullingsmateriaal is aangebracht in dak en gevels, bestaande uit een water- en lichtdoorlatend net of schermdoekmateriaal.
schermhal	=	idem als schaduwhal, echter met een beweegbaar net of schermdoekmateriaal in dak en/of gevels.
regenkappen	=	constructie, bestaande uit foliegedekte, ronde en zadeldakvormige kappen op kolommen, zonder goten en gevels (ook wel genoemd: (folie)fruitkappen).
twintunnel	=	twee folietunnels naast elkaar, onderling (op hoogte) verbonden door een goot, waardoor binnen één ruimte ontstaat.
omhullingsmateriaal	=	lichtdoorlatend materiaal dat in de gevels en het dek van een kas wordt aangebracht. Dit kunnen zowel starre als flexibele omhullingsmaterialen zijn.
star omhullingsmateriaal	=	omhullingsmateriaal, dat een dusdanige stijfheid bezit, dat vervormingen (doorbuiging, e.d.) van de constructie kunnen leiden tot schade aan dit materiaal (glas en niet-flexibele kunststofplaten).

flexibel omhullingsmateriaal	=	omhullingsmateriaal, dat dermate flexibel is dat vervormingen (doorbuiging, e.d.) van de constructie niet leiden tot schade aan dit materiaal (kunststoffolie en flexibele kunststofplaten).
kasgoot	=	een goot op hoogte tussen twee kappen, waarin regenwater en sneeuw verzameld en afgevoerd worden en waarin meestal gelopen kan worden voor schoonmaak- of reparatieactiviteiten.
funderen op staal	=	het aanbrengen van een fundering direct op of in de vaste grondslag, zonder gebruik te maken van heipalen of gestorte betonpalen.
aaneengesloten omhullingsoppervlak	=	het omhullingsoppervlak wordt, behalve bij eventuele ventilatieopeningen, nergens onderbroken door roeden, e.d. Dit is veelal het geval bij foliekassen. De natuurlijke lekverliezen zijn hierbij minimaal.
niet-aaneengesloten omhullingsoppervlak	=	het omhullingsmateriaal wordt regelmatig onderbroken door roeden en andere profielen. Dit treedt veelal op bij glazen kassen. De natuurlijke lekverliezen zijn hierbij groter dan bij een aaneengesloten omhullingsoppervlak.

4 Kastypen en classificatie

Bij tuinbouwkassen dient duidelijk onderscheid gemaakt te worden tussen:

- * **klasse A** Kassen met een *star* omhullingsmateriaal, zoals glas en kunststofplaten, die op dusdanige wijze bevestigd zijn aan de constructie dat vervormingen of verplaatsingen van de constructie schade kunnen veroorzaken aan het omhullingsmateriaal. Bij dit type kassen worden eisen gesteld zowel ten aanzien van de uiterste grenstoestand als ten aanzien van de bruikbaarheidsgrenstoestand (vervormingen / verplaatsingen).
- * **klasse B** Kassen met een *flexibel* omhullingsmateriaal, zoals kunststoffolies, die op dusdanige wijze bevestigd zijn aan de constructie, dat vervormingen of verplaatsingen van de constructie geen schade geven aan het omhullingsmateriaal. Bij dit type kassen worden *geen* eisen gesteld ten aanzien van de bruikbaarheidsgrenstoestand (vervormingen / verplaatsingen) van omhullingsdragende constructiedelen.

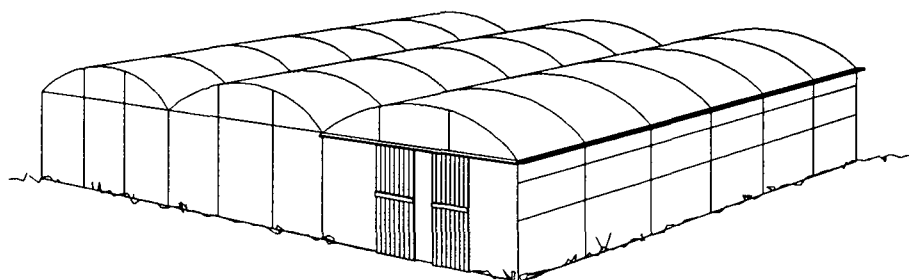
Deze richtlijn behandelt **uitsluitend kassen, tunnels, omhullingen, overkappingen e.d. van klasse B**, die onderverdeeld kunnen worden in een tweetal verschillende subklassen, namelijk:

B15 - foliekassen

B10 - folietunnels, overkappingen en schaduwhallen / schermhallen

4.1 Foliekassen

Hiermee worden bedoeld alle kassen, die qua vorm en constructie een sterke overeenkomst vertonen met glazen kassen, namelijk repeterende kappen op doorgaande gootprofielen, die gedragen worden door kolommen (zie figuur 1A).



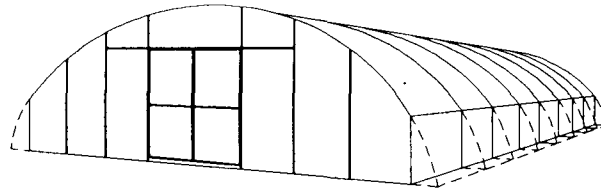
Figuur 1A Voorbeeld van een foliekas (klasse B15)

Figure 1A Example of a film greenhouse (class B15)

De dakvorm kan hierbij zowel een ronde vorm als een zadeldakvorm hebben. Met deze kasvorm zijn grote aaneengesloten kasruimten te maken, waarbij de gootprofielen op een dusdanige hoogte zijn aangebracht dat een vrije loophoogte aanwezig is onder de goten. Ook folietunnels waarbij meer dan twee kappen in de dwarsrichting door gootprofielen onderling verbonden zijn behoren tot deze categorie.

4.2 Folietunnels, overkappingen en schaduwhallen / schermhallen

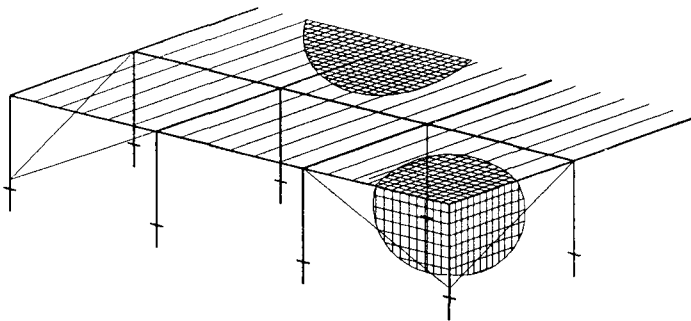
Met folietunnels worden kassen met een overwegend gekromde doorsnede bedoeld, waarvan de breedte veelal bepaald wordt door de overspanning en waarbij geen gootprofielen op hoogte aanwezig zijn. De ronde dakvorm loopt veelal door tot op het maaiveld, waardoor geen aaneengesloten ruimte ontstaat over meerdere kappen (zie figuur 1B).



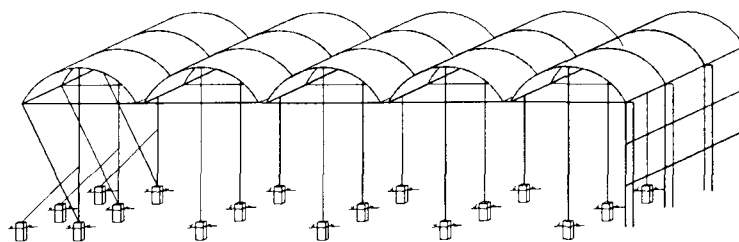
Figuur 1B Voorbeeld van een folietunnel (klasse B10)
Figure 1B Example of a film tunnel house (class B10)

De toegangsoeningen bevinden zich meestal in de kopgevels. Ook twee ronde kappen door een kasgoot onderling verbonden (twintunnels) vallen onder deze categorie. De lengte van deze tunnels wordt uitsluitend bepaald door de lay-out van de kas, de ventilatiemogelijkheden en de noodzaak van dilataties.

Met overkappingen en schaduwhallen / schermhallen wordt een veelheid van soorten overkappingen bedoeld, die gebruikt worden om gewassen te beschutten tegen weersinvloeden (zoals regen, hagel, vorst, directe zoninstraling). Dit kunnen hallen zijn met een rechthoekige doorsnede, omhuld met netten in dak en gevels of een soort afdak met een ronde of zadeldakvormige doorsnede boven gewassen, zonder gevels omhuld met folie (regenkappen / foliefruitkappen) (zie figuur 1C en 1D).



Figuur 1C Voorbeeld van een schermhal (klasse B10)
Figure 1C Example of a shadehouse (class B10)



Figuur 1D Voorbeeld van een regenkapconstructie (klasse B10)
Figure 1D Example of a rain shelter (class B10)

4.3 Classificatie

Conform NEN 6700 [6] moeten bouwconstructies aan de gestelde eisen ten aanzien van betrouwbaarheid en bruikbaarheid voldoen, gedurende een vooraf vastgestelde referentieperiode. Bij het vaststellen van de referentieperiode moet rekening worden gehouden met de technische mogelijkheden. Ook economische omstandigheden zijn hierop van invloed.

Bij de constructie van kassen klasse B kan onderscheid worden gemaakt in een tweetal referentieperioden, namelijk 15 en 10 jaar, beiden behoren tot veiligheidsklasse 1 volgens NEN 6702 [8].

Voor de constructie van kassen met een flexibele omhulling (klasse B) moeten tenminste de referentieperioden vermeld in tabel 1 worden aangehouden.

Afhankelijk van de verwachte levensduur van de kas, c.q. constructie mag een grotere referentieperiode worden aangehouden.

Bijvoorbeeld een schermhal met een dusdanige constructie en een geautomatiseerd bewegingsmechanisme, dat aangenomen mag worden dat deze hal een minimale levensduur heeft van 15 jaar, kan als klasse B15 aangemerkt worden.

tabel 1 Overzicht kasvormen met minimum referentieperioden en veiligheidsklasse
table 1 Greenhouse shapes with minimum reference periods and safety classes

klasse	foliegedekte kas / omhulling	referentieperiode (vlg. NEN 6700)	veiligheidsklasse (vlg. NEN 6702)
B15	foliekassen	15 jaar	1
B10	folietunnels, schaduw- hallen / schermhallen / overkappingen	10 jaar	1

De referentieperiode van een kas is van belang voor het vaststellen van de betrouwbaarheid van een bouwconstructie / omhulling en heeft o.a. invloed op de grootte van de aan te houden wind- en sneeuwbelastingen.

5 Uiterste grenstoestanden

5.1 Eisen

Het draagvermogen van onderdelen dan wel het geheel van de kas, bepaald volgens 5.2 of 5.3, moet zo zijn dat de uiterste grenstoestanden niet zijn overschreden bij een belasting volgens hfdst. 8.1.

toelichting:

Een bouwconstructie kan in een toestand geraken waarin een of meer functies ophouden te bestaan, waardoor niet langer voldaan wordt aan een of meer van de eisen van betrouwbaarheid. Elk van deze toestanden is een grenstoestand, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen:

** uiterste grenstoestanden: breuk, verlies van evenwicht, instabiliteit;*

** bruikbaarheidsgrenstoestanden: vervormingen, verplaatsingen, trillingen.*

In het geval van aanwezigheid van ventilatieopeningen in dek of gevels of een beweegbaar schermdoek, c.q.- net als buitenomhulling moeten twee situaties onderzocht worden, namelijk met de ventilatieopeningen of het schermdoek in open en in gesloten toestand. Ook kunnen via de gebruikershandleiding, die verstrekt wordt door de kassenbouwer aan de tuinder, aanwijzingen gegeven worden ten aanzien van het gebruik (bijvoorbeeld: bij kans op sneeuwval moet gegarandeerd zijn dat het schermdoek / -net opengeschoven is of het omhullingsmateriaal verwijderd wordt).

5.2 Rekenmethoden

In NEN 6710 [9], NEN 6720 [10], NEN 6760 [11] en NEN 6770 [12] zijn de bepalingmethoden per te onderscheiden uiterste grenstoestand gegeven. In afwijking hiervan dienen de rekenwaarden van de belastingen te zijn ontleend aan hfdst. 8.1 en de rekenwaarden van de materiaalgrootheden aan hfdst. 9. De gegeven bepalingmethoden mogen alleen worden toegepast als aan de voorwaarden van hfdst. 7 is voldaan.

aanvulling:

De toetsing van de uiterste grenstoestand van gespannen kunststoffolies omvat de volgende onderdelen:

1) schematisering, 2) belasting en 3) toetsing grenstoestand.

5.3 Beproevingsmethoden

Voor de toetsing aan de eisen met betrekking tot de uiterste grenstoestand, mag in afwijking van 5.2 gebruik zijn gemaakt van beproeving, mits de beproevingsresultaten oordeelkundig zijn geïnterpreteerd en voldaan is aan het gestelde in 7.2 van NEN 6700 [6].

6 Bruikbaarheidsgrenstoestanden

6.1 Eisen

De bruikbaarheid van onderdelen, dan wel het geheel van een kas, bepaald volgens 6.2 of 6.3 moet zo zijn, dat de bruikbaarheidsgrenstoestanden volgens hfdst. 11 niet zijn overschreden bij een belasting volgens hfdst. 8.2.

6.2 Rekenmethoden

In NEN 6710 [9], NEN 6720 [10], NEN 6760 [11] en NEN 6770 [12] zijn de bepalingmethoden per te onderscheiden bruikbaarheidsgrenstoestand gegeven. In afwijking hiervan dienen de rekenwaarden van de belastingen te zijn ontleend aan hfdst. 8.2 en de rekenwaarden van de materiaalgrootheden aan hfdst. 9. De gegeven bepalingmethoden mogen alleen worden toegepast als aan de voorwaarden van hfdst. 7 is voldaan.

6.3 Beproevingsmethoden

Voor de toetsing aan de eisen met betrekking tot de bruikbaarheidsgrenstoestand, mag in afwijking van 6.2 gebruik zijn gemaakt van beproeving, mits de beproevingsresultaten oordeelkundig zijn geïnterpreteerd en voldaan is aan het gestelde in 7.2 van NEN 6700 [6].

7 Voorwaarden

- * Het verduurzamingssysteem, de legering, het materiaal en de materiaaldikte dienen bij foliegedekte kassen zo gekozen te zijn, dat de constructieve veiligheid gedurende de in hfdst. 4 genoemde referentieperioden, gewaarborgd is. Deze perioden zijn voor de twee kasttypen B15 en B10 vastgesteld op respectievelijk 15 en 10 jaar.
- * Om aan deze duurzaamheidseis bij stalen profielen te kunnen voldoen kunnen deze voor kassen klasse B15 en B10 thermisch verzinkt zijn volgens NEN 1275, art. 3.1 [18], danwel mogen deze vervaardigd zijn van continu (oftewel Sendzimir) verzinkt stalen profielen, mits het zinklaaggewicht hiervan tenminste 275 g/m² (tweezijdig) bedraagt. Andere gelijkwaardige beschermingsmethoden zijn toegestaan, mits de betrouwbaarheid hiervan is aangetoond middels onderzoek.
- * De wanddikte van stalen buizen, toegepast voor de draagconstructie, voor kasttypen B15 mag niet kleiner zijn dan 1,5 mm, terwijl bij deze zelfde kasttypen de wanddikte van stalen profielen met een open dwarsdoorsnede, toegepast voor de draagconstructie, niet kleiner mag zijn dan 2 mm.
- * Voor betonconstructies moet zijn uitgegaan van de aanwezigheid van milieu-klasse 5c volgens 6.10.6 van NEN 5950 [13]. Vanwege de beperkte referentieperioden voor kassen (10 of 15 jaar), mag in afwijking van NEN 6720 [10] de betondekking op de wapening of de beugels van geprefabriceerde elementen niet kleiner zijn dan 20 mm en de kenmiddellijn van de toegepaste wapening niet kleiner zijn dan 6 mm.
- * De karakteristieke kubusdruksterkte van zowel in het werk gestort beton als geprefabriceerd beton moet tenminste overeenkomstig sterkteklasse B15 zijn volgens NEN 6720, art. 6.1 [10].
- * De fundering behoeft niet vorstvrij te zijn aangelegd. Het gedeelte van de fundering dat belasting afdraagt aan de grond, moet zich in de ongeroerde grond bevinden. In dit verband wordt met ongeroerde grond bedoeld, die grond die zich bevindt onder een laag teeltaarde, waarvan de dikte op tenminste 0,4 m is gesteld.
- * Indien geprefabriceerde betonnen funderingspalen worden toegepast, dient de inklemlengte van deze funderingspalen in de betonprop tenminste 0,2 m te bedragen. De afstand van de onderkant van de ingeklemde betonnen paal tot de onderkant van de betonprop dient tenminste 80 mm te bedragen (zie ook figuur 13).
- * Bij het funderen van kassen op staal kan het voorkomen dat de omringende grond onvoldoende draagvermogen en stabiliteit bezit om de verticale en horizontale belastingen op te nemen bij aanvaardbare vervormingen. In dat geval zijn paalfunderingen vereist (ook bij foliekassen !). De afmetingen van een paalfundering worden berekend aan de hand van:
1. gegevens over het draagvermogen van de grondslag, 2. de grootte van de af te dragen belastingen en 3. de sterkte van het gebruikte constructiemateriaal. De gegevens over de bodemopbouw zijn te verkrijgen via 1. ervaringen met andere funderingen in dat gebied, 2. sonderingen en 3. grondboringen.
- * Indien zowel voor het dek als voor de gevels een flexibel omhullingsmateriaal wordt gebruikt (zoals kunststoffolie) worden geen eisen gesteld aan de vervormingen ten gevolge van temperatuurwisselingen die optreden aan materialen,

die aan de buitenlucht grenzen of aan materialen, die zich in de kas bevinden. Uit praktische overwegingen moet de kasconstructie gedilateerd zijn indien de kaslengte groter is dan 200 m, of indien de kasbreedte groter is dan 270 m.

- * De in de constructie aanwezige imperfecties mogen ten hoogste gelijk zijn aan de toelaatbare maatafwijkingen volgens hfdst. 11.

8 Rekenwaarden van belastingen / belastingscombinaties

8.1 Belastingen en belastingsfactoren m.b.t. de uiterste grenstoestanden

Bij het vaststellen of een uiterste grenstoestand is overschreden dienen de volgende belastingscombinaties in beschouwing te worden genomen:

- a. Permanente belasting, belasting door sneeuw en belasting door permanent aanwezige installaties ¹⁾;
- b. Permanente belasting en belasting door wind;
- c. Permanente belasting, belasting door gewassen, belasting door permanent aanwezige installaties en de maatgevende belasting van òf de geconcentreerde verticale belasting òf de belasting door incidenteel aanwezige installaties ¹⁾;
- d. Permanente belasting, belasting door wind, belasting door gewassen en belasting door permanent aanwezige installaties ¹⁾;

- ¹⁾ Met de belastingen door installaties en/of gewassen behoeft alleen rekening te zijn gehouden als deze daadwerkelijk worden aangebracht of gebruikt worden in of op foliekassen e.d. of als verwacht mag worden dat deze installaties in de toekomst aangebracht zullen worden.

De rekenwaarde van een belastingscombinatie is de sommatie van de karakteristieke waarde van de bij de combinatie betrokken belastingen, elk vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingsfactor.

Voor de karakteristieke waarde van:

- de permanente belasting, zie hfdst. 8.3;
- de belasting door sneeuw, zie hfdst. 8.4;
- de belasting door installaties, zie hfdst. 8.5;
- de belasting door gewassen, zie hfdst. 8.6;
- de geconcentreerde verticale belasting, zie hfdst. 8.7;
- de belasting door wind, zie hfdst. 8.8.

Belastingsfactor voor de windbelasting	$\gamma_{f,w} = 1,45$
Belastingsfactor overige belastingen	$\gamma_f = 1,20$
Belastingsfactor met reducerende invloed	$\gamma_{f,r} = 1,00$ ^{*)}

- ^{*)} De afweging of een belasting een reducerende invloed heeft op de krachtswerking moet per constructiedeel zijn vastgesteld.

Bij de verschillende kastypen genoemd in hfdst. 4 moet gerekend worden op de belastingscombinaties genoemd in tabel 2:

tabel 2 Overzicht belastingscombinaties afhankelijk van het type kas en de referentieperiode.

table 2 Load combinations depending on greenhouse type and reference period

type kas	referentieperiode	belastingscombinatie
klasse B15 foliekassen	15 jaar	a t/m d
klasse B10 folietunnels, schaduw-- hallen / schermhallen en overkappingen	10 jaar	a (ingeval de bedekking 's winters aanwezig is) (zie hfdst. 8.4), b en d; c: alleen als er tussengoten zijn (bij twintunnel). (zie hfdst. 8.5 en 8.6)

8.2 Belastingen en belastingsfactoren m.b.t. de bruikbaarheidsgrenstoestanden

Bij het vaststellen of een bruikbaarheidsgrenstoestand is overschreden dienen de belastingscombinaties volgens hfdst. 8.1 in rekening te zijn gebracht, met uitzondering van de geconcentreerde verticale belasting in combinatie c (zie hfdst. 8.1).

Belastingsfactor voor de windbelasting	$\gamma_{f,w} = 1,20$
Belastingsfactor overige belastingen	$\gamma_f = 1,00$
Belastingsfactor met reducerende invloed	$\gamma_{f,r} = 1,00$ *)

*) De afweging of een belasting een reducerende invloed heeft op de krachtswerking moet per constructiedeel zijn vastgesteld.

8.3 Permanente belasting

De karakteristieke waarde van de permanente belasting is het eigen gewicht van de fundering, de draagconstructie, de gevels en het dek, exclusief het eigen gewicht van de installaties, ook als deze installaties permanent aanwezig zijn. Voor de bepaling van de gewichten geldt NEN 6702, art. 7.1.1 [8].

8.4 Belasting door sneeuw

De basissneeuwbelasting op de grond $p_{sn,rep}$ bedraagt bij een referentieperiode van 50 jaar 700 N/m^2 gelijkmatig verdeeld, geprojecteerd op een horizontaal vlak. Met sneeuwophoping hoeft alleen rekening gehouden te zijn bij aanbouw van bouwwerken met een geheel andere vorm en hoogte (bijvoorbeeld bedrijfsruimte) aan de kas. Voor de voor sneeuwophoping geldende vormfactor C_i geldt bijlage B van NEN 6702 [8].

$$p_{t,rep} = \psi_t * C_i * C_T * p_{sn,rep}$$

$p_{t,rep}$ = sneeuwbelasting op het dak, afhankelijk van de referentieperiode;

C_i = vormfactoren, afhankelijk van de dakvorm;
 $p_{sn; rep}$ = sneeuwbelasting op de grond;
 C_T = temperatuurcoëfficiënt;
 bij kassen / tunnels met gespannen enkele folie is $C_T = 0,515$;
 bij kassen / tunnels met opgeblazen folie is $C_T = 0,9$;
 ψ_t = reductiefactor, afhankelijk van de referentieperiode.

Bepaling C_i :

bij dakhellingen $0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$

$$C_i = 0,8 \quad (\text{NEN 6702, bijlage B [8]})$$

bij dakhellingen $30^\circ < \alpha < 60^\circ$

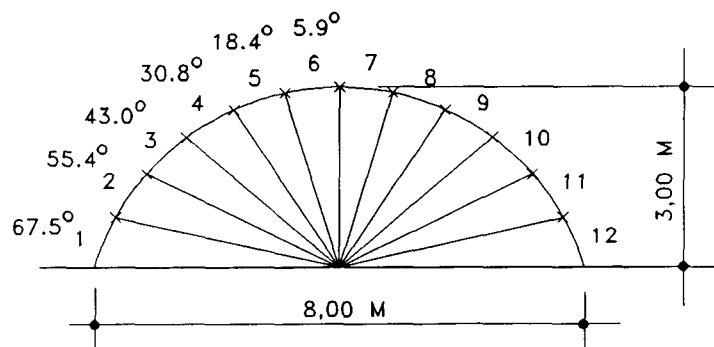
$$C_i = 0,8 \left(\frac{60 - \alpha}{30} \right)$$

bij dakhellingen $\alpha \geq 60^\circ$

$$C_i = 0,0$$

toelichting:

Bij een ronde kasvorm, zoals bij een folietunnel, varieert de dakhelling (zie bijvoorbeeld de folietunnel getekend in figuur 2, overspanning 8 m; nokhoogte 3 m). Figuur 2 geeft de gemiddelde dakhelling van een sector in graden, indien de boog in 12 gelijke stukken verdeeld wordt.



Figuur 2 Doorsnede van een voorbeeld-folietunnel met de gemiddelde dakhellingen in graden

Figure 2 Cross-section of a model film tunnel house with the average roof slopes expressed in degrees

De sneeuwbelasting op het dak $p_{sn; rep}$ mag vermenigvuldigd worden met een reductiefactor ψ_t voor de extreme waarde van de gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting, die afhankelijk is van de referentieperiode:

$$\psi_t = 1 + \left(\frac{1 - \psi}{9} \right) \ln \left(\frac{t}{t_{50a}} \right)$$

waarin:

ψ_t = de van de referentieperiode afhankelijk reductiefactor voor de extreme waarde van de gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting;

ψ = de factor voor de bepaling van de momentane belasting (voor sneeuwbelasting op daken is $\psi = 0$, volgens NEN 6702, art. 8.7.2.2 [8]);

t = de referentieperiode, gebruikt voor de bepaling van de reductiefactor voor de gelijkmatig verdeelde belasting, in jaren

$t_{50a} = 50$ jaar

Uitgaande van de referentieperioden volgens hfdst. 4 zijn de reductiefactoren ψ_t aangegeven in tabel 3:

tabel 3 Reductiefactoren ψ_t behorend bij de referentieperioden.

table 3 Reduction factors ψ_t belonging to the reference periods

referentieperiode	ψ_t
15 jaar	0,866
10 jaar	0,821

toelichting:

Uitgaande van de genoemde methoden voor het berekenen van de optredende sneeuwbelastingen op het dek van een kas, gedekt met opgespannen, enkellaagse folie komt men tot de belastingen t.g.v. sneeuw, zoals genoemd in tabel 4.

tabel 4 Overzicht te rekenen sneeuwbelasting $p_{sn,q;k}$ in N/m^2 , afhankelijk van kastype en dakhelling.

table 4 Snow load $p_{sn,q;k}$ in N/m^2 to be taken into account, depending on greenhouse type and roof slope.

referentie- periode	dakhelling $0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	dakhelling $30^\circ < \alpha < 60^\circ$	dakhelling $\alpha \geq 60^\circ$
15 jaar	250	250 - 0	0
10 jaar	237	237 - 0	0

opmerking:

Indien het omhullingsmateriaal bij kans op sneeuw wordt verwijderd van de constructie, zoals gebruikelijk is bij schaduwhallen (klasse B10, volgens hfdst. 4), behoeft de

constructie van deze kas of schaduwhal niet op sneeuwbelasting berekend te zijn. Wel moet in dat geval rekening zijn gehouden met de belasting veroorzaakt door accumulatie van hagelkorrels. Hiervoor als belasting aanhouden: 50% van de sneeuwbelasting.

8.5 Belasting door installaties

8.5.1 Installaties, die permanent aanwezig zijn

- a. Installaties voor verwarming, zonwering, koeling, verduistering, belichting, luchting en energiebesparing: minimaal $p_{in,g;k} = 70 \text{ N/m}^2$ grondoppervlak;
- b. Transportleidingen (volledig met water gevulde leidingen).

Als scherminstallatiedraden en beregeningsleidingdraden worden toegepast moet met de volgende belastingen, veroorzaakt door het spannen van de staaldraden, rekening zijn gehouden:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| - opwaaidraden, spandraden en geleidedraden: | $F_k = 500 \text{ N per draad};$ |
| - trekdraden: | $F_k = 1000 \text{ N per draad};$ |
| - beregeningsleidingdraden: | $F_k = 2500 \text{ N per draad}.$ |

opmerking:

Bij draden, die om andere redenen worden toegepast bij foliekassen, -tunnels, schaduwhallen en schermhallen, moet met de krachten, die door het spannen en belasten van de draden op de constructie worden uitgeoefend, rekening zijn gehouden. Deze krachten zijn o.a. afhankelijk van het gebruikte materiaal voor de draden, de diameter van de draden, de dwarsbelasting (uitgeoefend op de draden) en de doorhang (zie ook de opmerking aan het eind van hfdst. 8.6).

8.5.2 Installaties, die incidenteel aanwezig zijn

- a. Installaties voor transport in de kas:
geconcentreerde verticale belasting veroorzaakt door een transportrail
 $F_k = 1250 \text{ N}$; bij mesttransport is deze belasting $F_k = 2250 \text{ N}$
(per bevestigingspunt moet met deze belasting(en) rekening worden gehouden, doch niet meer dan één last per overspanning);
- b. Installaties voor reiniging en reparatie (eigen gewicht installatie, te vervoeren materialen en bedienend personeel).

opmerking:

Met deze belastingen behoeft alleen rekening zijn gehouden als genoemde installaties daadwerkelijk worden aangebracht of gebruikt worden in of op foliekassen, e.d. of als verwacht mag worden dat deze installaties in de toekomst aangebracht zullen worden.

8.6 Belasting door gewassen

Indien aan de draagconstructie gewassen of kweektabletten met potplanten worden opgehangen, dienen de karakteristieke, veranderlijke belastingen volgens tabel 5 in rekening te zijn gebracht:

tabel 5 Belasting door gewassen.

table 5 Load caused by crops.

gewas (teeltmethode)	$p_{\text{gew,q,k}}$ in N/m ²
tomaten, komkommers, paprika's, etc.	150
aardbeien (emmerteelt)	300
potplanten (per laag)	1000

Indien gewassen worden ondersteund door bijvoorbeeld draden of netten dient per bevestigingspunt aan de kasconstructie gerekend te zijn met een horizontale karakteristieke kracht van tenminste $F_k = 750 \text{ N}$.

opmerking:

Met deze belastingen behoeft alleen rekening zijn gehouden als genoemde gewassen daadwerkelijk worden opgehangen aan de constructie van de kas of schermhal, of als verwacht mag worden dat deze gewassen in de toekomst opgehangen zullen gaan worden.

opmerking:

Het naspannen van gewasdraden dient ten eerste ontraden te worden. Met name bij grote vakmaten leidt een te kleine doorhang tot grote gewasdraadkrachten. De karakteristieke horizontale trekkracht per gewasdraad F_k , indien aan deze draad gewassen zijn opgehangen, bedraagt (zie ook hfdst. 8.5.1):

$$F_k = p_{\text{gew,q,k}} * a * \frac{l_{\text{vak}}^2}{8 u_v}$$

hierin is:

a = onderlinge hart-op-hart afstand van de gewasdraden;

l_{vak} = vakmaat;

u_v = minimum doorhang van de gewasdraden in belaste toestand.

8.7 Geconcentreerde verticale belasting

De karakteristieke geconcentreerde verticale belasting $F_{v,k}$, die op iedere willekeurige plaats op de draagconstructie kan optreden, bedraagt 1 kN.

Met deze belasting moet met name rekening zijn gehouden als er sprake is van tussengoten tussen kappen, zoals bij foliekassen en twintunnels. Deze belasting komt overeen met de belasting veroorzaakt door een persoon met gereedschap e.d., die loopt door de goot.

8.8 Belasting door wind

Kassen en hun onderdelen moeten zijn berekend op een gelijkmatig verdeelde belasting door wind. De ongunstigste combinatie van gelijktijdig optredende belastingen door wind p_e dient als volgt te zijn bepaald [8] [17]:

$$p_e = C_i * \phi_1 * C_{dim} * p_w$$

p_e = gelijkmatig verdeelde belasting door wind;

C_i = combinatie van de volgende windvormfactoren:

C_d voor winddruk, volgens hfdst. 8.8.2;

C_z voor windzuiging, volgens hfdst. 8.8.2;

C_{loc} voor plaatselijke windzuiging, volgens hfdst. 8.8.3;

C_o voor over-, respectievelijk onderdruk, volgens hfdst. 8.8.4;

C_w voor wrijving, volgens hfdst. 8.8.5.

ϕ_1 = dynamische vergrotingsfactor, die voor draagconstructies van folieomhulde kassen / tunnels e.d. en voor de folie zelf gelijk is aan 1,0;

C_{dim} = reductiefactor bij meerdere aaneengesloten kappen, afhankelijk van de afmetingen van het door wind aangeblazen oppervlak, volgens hfdst. 8.8.7;

p_w = extreme stuwdruk, afhankelijk van de hoogte h_{ef} , volgens hfdst. 8.8.1.

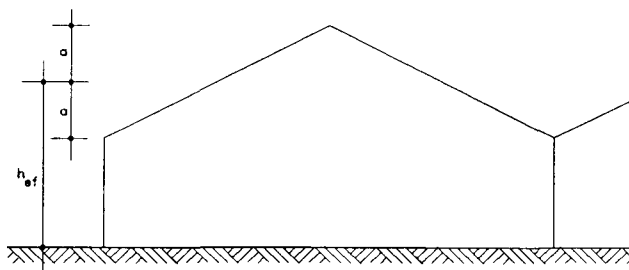
opmerking

De belasting door winddruk, windzuiging, over- en onderdruk zijn werkzaam loodrecht op het beschouwde vlak. De belasting door windwrijving is evenwijdig aan het beschouwde vlak werkzaam.

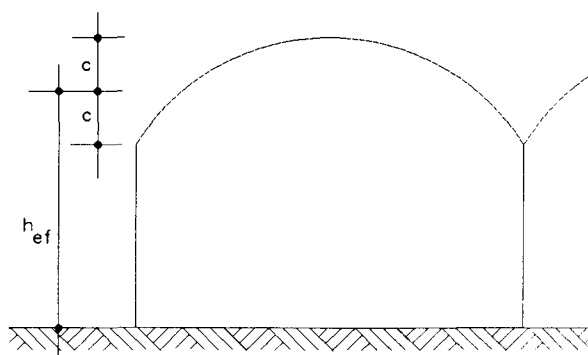
8.8.1 Extreme stuwdruk

De extreme stuwdrukken zijn afhankelijk van de lokatie in Nederland (volgens NEN 3859 is dit windsnelheidsgebied II volgens Bijlage A van NEN 6702 [8]) en de situatie (NEN 3859 gaat uit van onbebouwd). Daarnaast is de ruwheidslengte z_0 en de verplaatsingshoogte d van belang (volgens NEN 3859 $z_0 = 0,2$ m en $d = 0$ m).

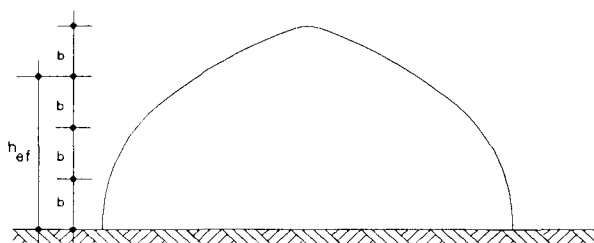
De extreme windstuwdrukken in NEN 3859 zijn gebaseerd op de extreme uurgemiddelde windsnelheid op 10 m hoogte boven maaiveld en op een herhalingsstijd van het belastingseffect van 15 jaar. Het maximale belastingseffect treedt alleen op bij wind uit bepaalde richtingen. Er zijn 8 significante windrichtingen, waarvan er voor ieder kasonderdeel slechts twee belangrijk zijn. Voor de kassen met een referentieperiode van 15 jaar komt dit neer op een herhalingsstijd voor de extreme uurgemiddelde windsnelheid van 3,75 jaar. Voor een referentieperiode van 10 jaar is dit 2,5 jaar. Volgens [19], bijlage B, kunnen de waarden voor de maximale stuwdruk gereduceerd worden bij afwijkende referentieperioden (NEN 6702 [8] gaat uit van een referentieperiode van 50 jaar). In tabel 6 zijn aangegeven de extreme stuwdrukken, afhankelijk van de hoogte h_{ef} en de verschillende referentieperioden. h_{ef} is de afstand van het maaiveld tot het gemiddelde van de hoogten van de goot en het hoogste punt van het dek. Bij de bepaling van de extreme stuwdruk mag de effectieve hoogte h_{ef} niet kleiner zijn genomen dan 0,75 maal de afstand van het hoogste punt van het vlak tot het maaiveld (zie figuur 3A t/m 3C).



Figuur 3A Bepaling effectieve hoogte h_{ef} bij zadeldaken
Figure 3A Determination of the effective height h_{ef} for gable roofs



Figuur 3B Bepaling effectieve hoogte h_{ef} bij gekromde daken op verticale gevels
Figure 3B Determination of the effective height h_{ef} for straight-sided curvilinear roof types



Figuur 3C Bepaling effectieve hoogte h_{ef} bij een kas met gekromde doorsnede zonder zijgevels
Figure 3C Determination of the effective height h_{ef} for curved-sided semi-circular greenhouses

tabel 6 Extreme stuwdrukken afhankelijk van hoogte h_{ef} en de referentieperiode
 table 6 Extreme thrust pressures depending on height h_{ef} and reference period

h_{ef} in m *)	p_w in N/m ²	
	ref. periode 15 jaar	ref. periode 10 jaar
0,5 - 2	366	343
2,5	411	385
3	450	421
3,5	483	452
4	512	480
5	563	527
6	605	567
7	642	601
8	674	631
9	704	659
10	730	684
> 10	zie NEN 6702 , bijlage A, tabel 10	

*) Voor tussenliggende waarden moet lineair geïnterpoleerd worden.

De extreme stuwdrukwaarden aangegeven in tabel 6, zijn berekend, afhankelijk van de referentieperioden, met een reductiefactor r , die bij 15 jaar gelijk is aan 0,832 en bij 10 jaar aan 0,780.

De aan de effectieve hoogte h_{ef} ontleende extreme stuwdruk p_w dient voor alle door de wind belaste vlakken aangehouden te zijn.

Voor ramen in geopende toestand mag de extreme stuwdruk gereduceerd zijn tot 0,5 maal de uit tabel 6 afgeleide waarde.

Opmerking:

De stuwdrukwaarden gegeven in tabel 6 corresponderen met een uurgemiddelde windsnelheid van 20,464 m/sec voor de referentieperiode van 15 jaar en 19,802 m/sec voor referentieperiode 10 jaar. Dit is gemeten op 10 m hoogte boven maaiveld met een laagfactor van 1,7. Globaal betekent dit voor beide referentieperioden: windkracht 9 op de Beaufortschaal

8.8.2 Windvormfactoren

Bij de berekening dient uitgegaan te zijn van de windrichtingen:

- A. Evenwijdig aan de nokrichting;
- B. Loodrecht op de nokrichting.

Windvormfactoren bij zadeldakvormen:

De windvormfactoren voor gangbare kastypen met symmetrische zadeldaken dienen ontleend te worden aan de figuren 4A, 4B en 6. Deze vormfactoren gelden voor dakhellingen van 20° tot 30° en een effectieve hoogte h_{ef} van ten hoogste 10 m.

Windvormfactoren bij symmetrisch gebogen dakvormen:

De windvormfactoren voor gangbare kastypen met symmetrisch gebogen dakvormen dienen ontleend te worden aan de figuren 5A, 5B, 8A, 8B, 9, 10A en 10B.

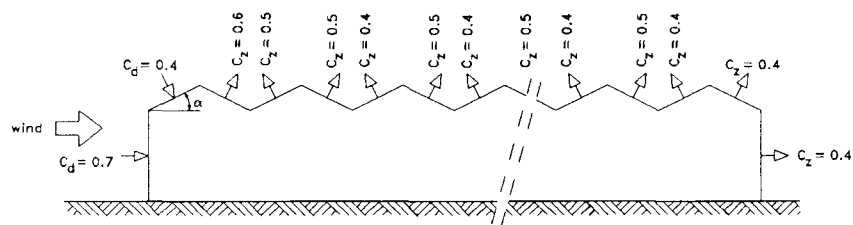
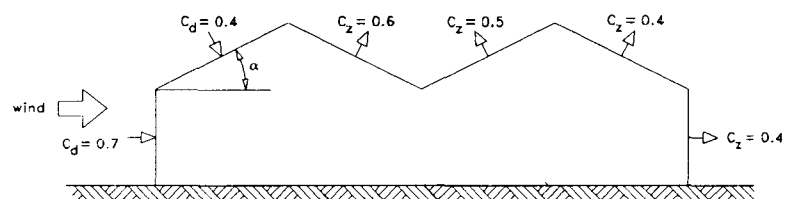
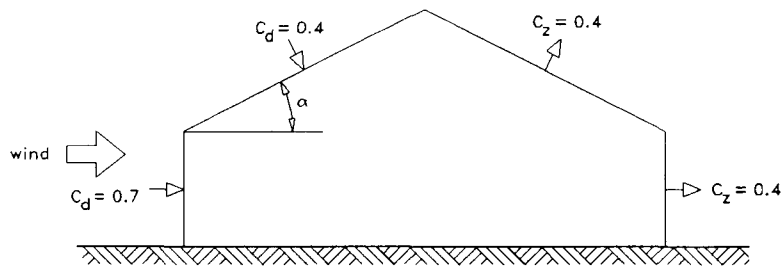
toelichting:

De windvormfactoren volgens figuren 4A, 4B, 5, 6 en 7 zijn ontleend aan NEN 3859 [5]. Deze waarden zijn hoofdzakelijk gebaseerd op door TNO Bouw uitgevoerd onderzoek [20].

Sinds 1983 heeft het Silsoe Research Institute in Silsoe (GB) windvormfactoren gemeten bij zowel glazen kassen als foliekassen [3] en [15]. De samenvattende resultaten van de metingen aan folietunnels en -kassen zijn aangegeven in de figuren 8A, 8B, 9, 10A en 10B. Hierbij zijn in figuur 8A de windvormfactoren gegeven behorend bij een halfcirkelvormige doorsnede ($h/s = 0,5$) van een enkelvoudige tunnel en een windrichting loodrecht op de nokrichting. De doorsnede is hier, evenals in figuur 8B, onderverdeeld in een zestal sectoren. Figuur 8B geeft de windvormfactoren bij een meer afgeplatte, gekromde doorsnede ($h/s = 0,35$) van een enkelvoudige tunnel en de windrichting loodrecht op de nokrichting.

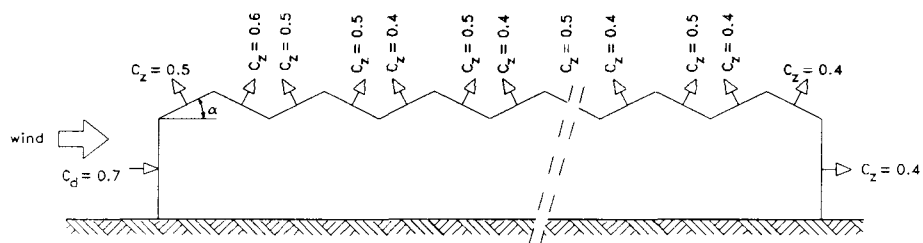
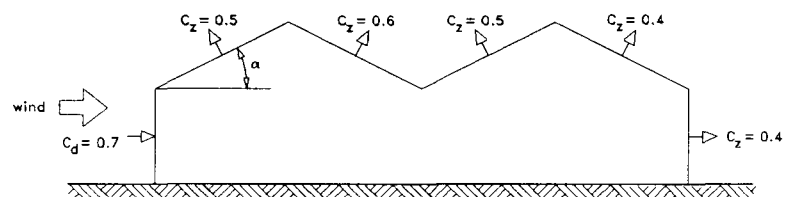
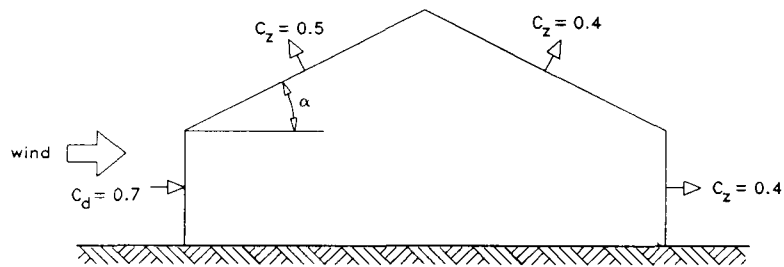
Figuur 9 geeft de windvormfactoren bij meerdere kappen achter elkaar met een gekromde kapvorm en de windrichting loodrecht op de nokrichting. De doorsnede is hier onderverdeeld in een vijftiental sectoren. De windvormfactoren van de derde kap kunnen eveneens aangehouden worden bij de tussenliggende kappen bij meer dan vier kappen.

In figuur 10A en 10B zijn de windvormfactoren aangegeven werkend op de doorsnede van zowel een enkelvoudige tunnel als van meerdere gekromde kappen achter elkaar bij een windrichting evenwijdig aan de nokrichting. Ook zijn hierbij aangegeven de windvormfactoren werkend op de kopgevels.



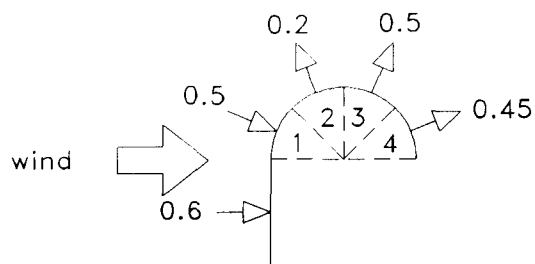
Figuur 4A Vormfactoren C_d en C_z voor kassen met symmetrische zadeldaken bij een windrichting loodrecht op de nokrichting met druk op het eerst aangeblazen dekvlak

Figure 4A Form factors C_d and C_z for greenhouses of a symmetrical gable roof type at a wind direction perpendicular to the ridge with pressure on the first roof area touched by the wind



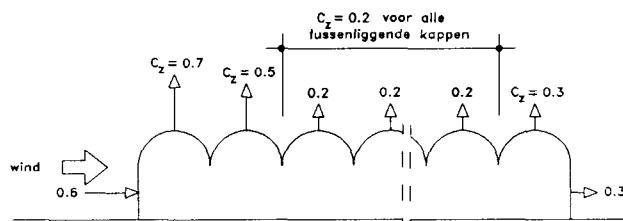
Figuur 4B Vormfactoren C_d en C_z voor kassen met symmetrische zadeldaken bij een windrichting loodrecht op de nokrichting met zuiging op het eerst aangeblazen dekvlak

Figure 4B Form factors C_d and C_z for greenhouses of a symmetrical gable roof type at a wind direction perpendicular to the ridge with suction on the first roof area touched by the wind

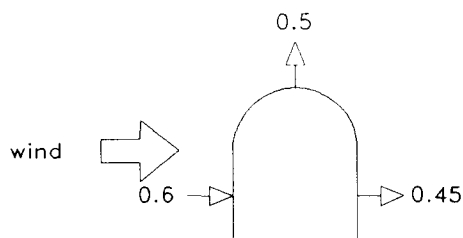


In all cases, this pattern of form factors applies to the greenhouse part directly touched by the wind

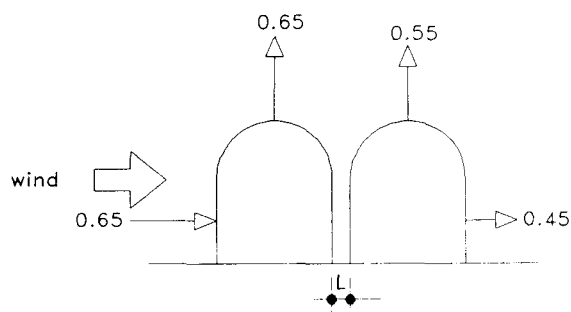
In alle gevallen geldt dit patroon van vormfactoren voor het direct aangeblazen kasgedeelte



Kas met aaneengesloten kappen
Multi-span house (tunnel houses attached to each other)



Vrijstaande kas
Single-span house



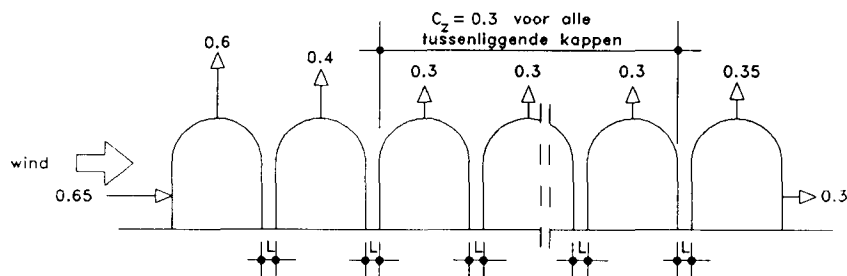
L = looppad, niet breder dan 1 m

L = intermediate space, max. 1 m

2 vrijstaande kassen
2 Single spans

Figuur 5A Vormfactoren C_d en C_z voor kassen met symmetrisch gebogen kappen bij een windrichting loodrecht op de kaslengte

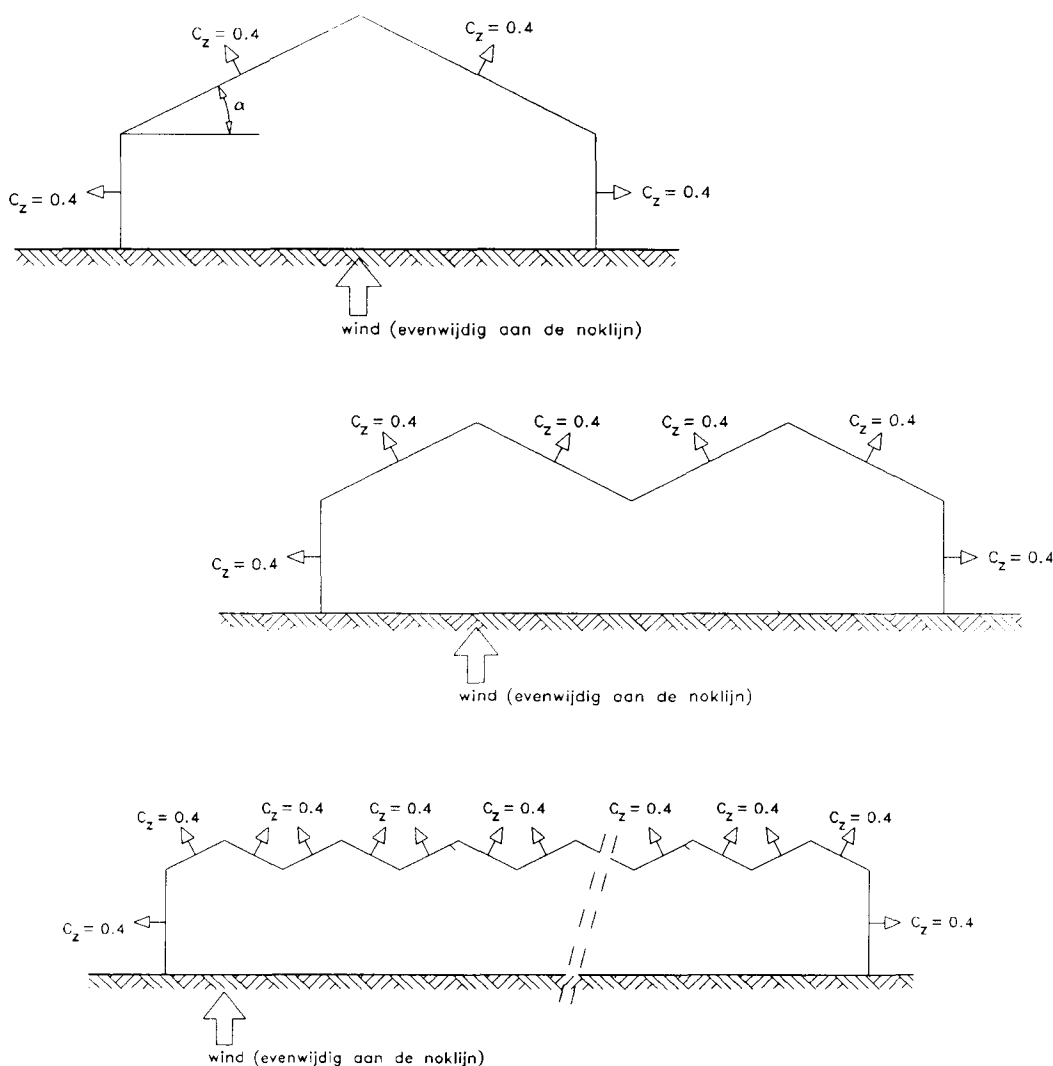
Figure 5A Form factors C_d and C_z for greenhouses of a symmetrical curvilinear roof type at a wind direction perpendicular to the length of the house



Serie vrijstaande kassen
Range of single-span houses

Figuur 5B Vormfactoren C_d en C_z voor kassen met symmetrisch gebogen kappen bij een windrichting loodrecht op de kaslengte

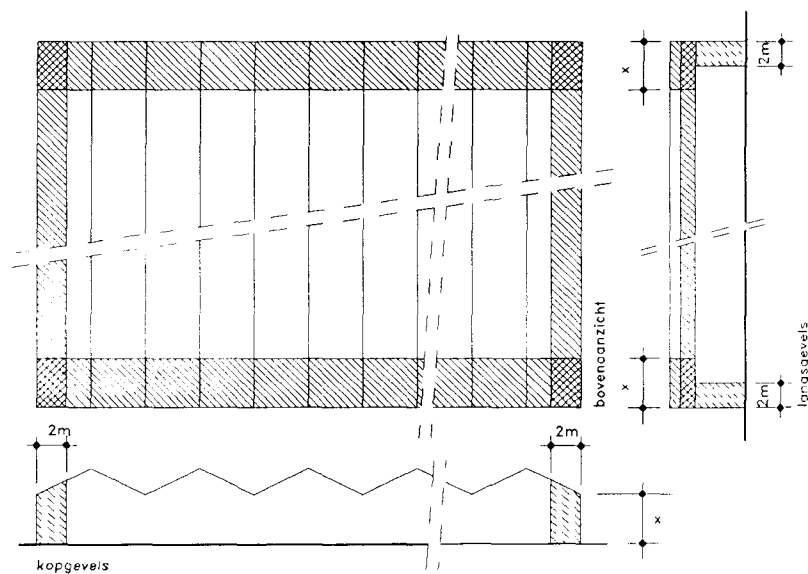
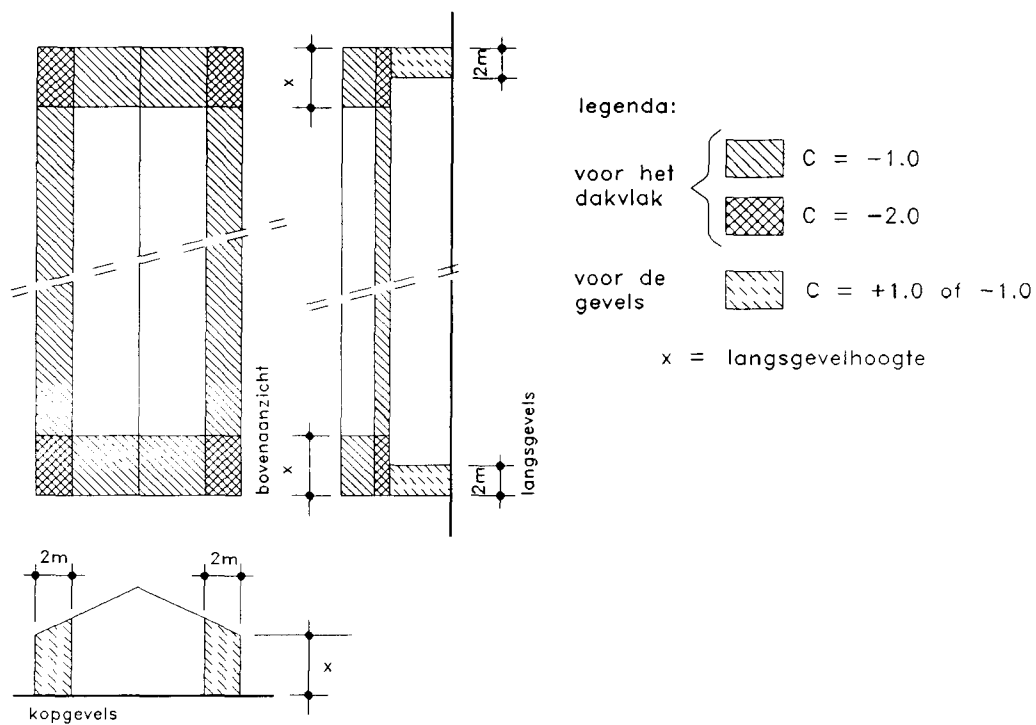
Figure 5B Form factors C_d and C_z for greenhouses of a symmetrical curvilinear roof type at a wind direction perpendicular to the length of the house



Figuur 6 Vormfactoren C_z voor kassen met symmetrische zadeldaken bij een windrichting evenwijdig aan de nokrichting

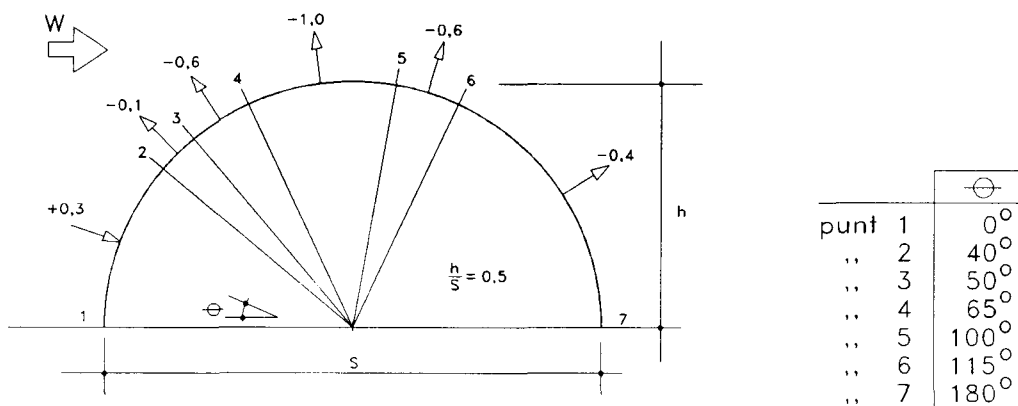
Figure 6 Form factors C_z for greenhouses of a symmetrical gable roof type at a wind direction parallel to the ridge

P.S. Voor kassen met symmetrisch gebogen kappen en voor tunnels met symmetrisch gekromde doorsneden, gelden bij een windrichting evenwijdig aan de nokrichting over het volle dekoppervlak constante vormfactoren $C_z = 0,4$ (zie ook figuur 6).



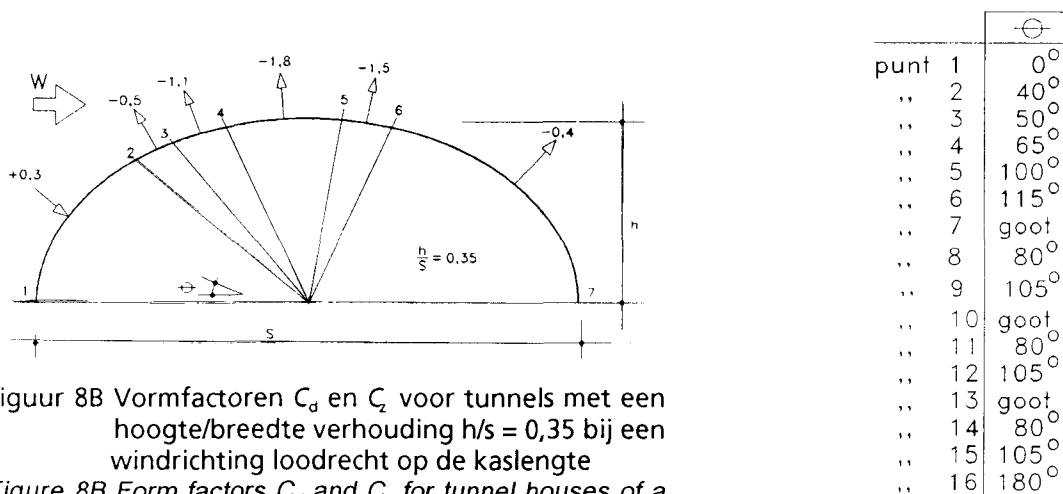
Figuur 7 Plaatselijke vormfactoren C_{loc} voor kassen met symmetrische zadeldaken en voor kassen met symmetrisch gekromde daken

Figure 7 Local form factors C_{loc} for greenhouses of a symmetrical gable roof type and of a symmetrical curvilinear roof type



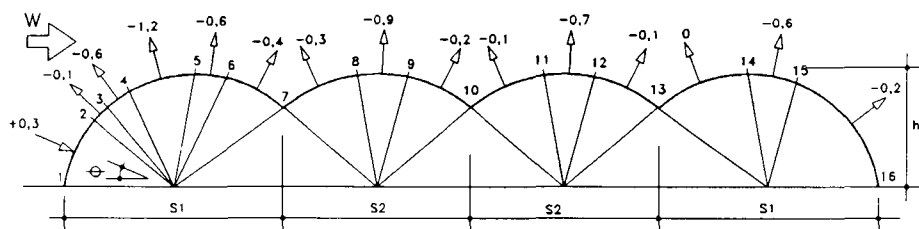
Figuur 8A Vormfactoren C_d en C_z voor tunnels met een hoogte/breedteverhouding $h/s = 0,5$ bij een windrichting loodrecht op de kaslengte

Figure 8A Form factors C_d and C_z for tunnel houses of a height/width ratio $h/s = 0.5$ at a wind direction perpendicular to the length of the house



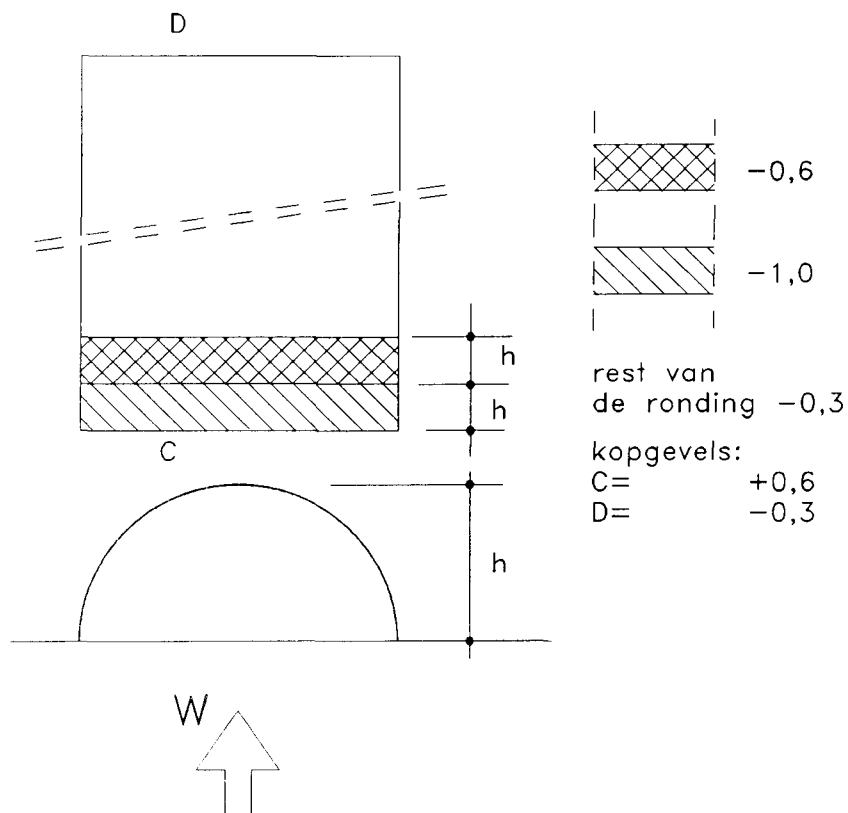
Figuur 8B Vormfactoren C_d en C_z voor tunnels met een hoogte/breedte verhouding $h/s = 0,35$ bij een windrichting loodrecht op de kaslengte

Figure 8B Form factors C_d and C_z for tunnel houses of a height/width ratio $h/s = 0.35$ at a wind direction perpendicular to the length of the house

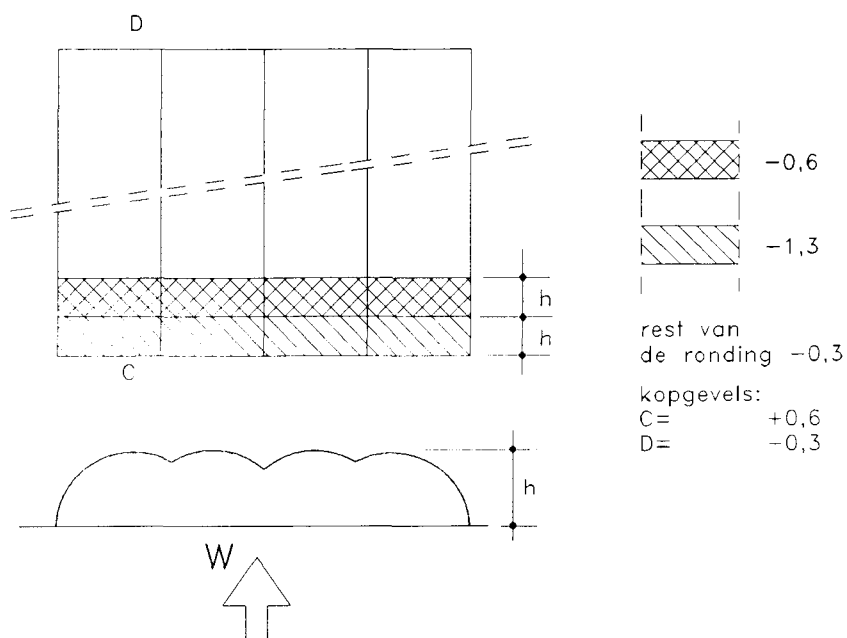


Figuur 9 Vormfactoren C_d en C_z bij meerdere aaneengesloten gekromde kappen bij een windrichting loodrecht op de kaslengte

Figure 9 Form factors C_d and C_z for a multi-span house of curved bays at a wind direction perpendicular to the length of the house



Figuur 10A Vormfactoren C_d en C_z voor tunnels met een gekromde doorsnede bij een windrichting evenwijdig aan de kaslengte
Figure 10A Form factors C_d and C_z for curvilinear tunnel houses at a wind direction parallel to the length of the house



Figuur 10B Vormfactoren C_d en C_z bij meerdere aaneengesloten gekromde kappen bij een windrichting evenwijdig aan de kaslengte
Figure 10B Form factors C_d and C_z for a multi-span house of curved bays at a wind direction parallel to the length of the house

8.8.3 Plaatselijke vormfactoren

Voor de plaatselijke vormfactoren dienen de in figuur 7 gegeven waarden bij de gearceerde stroken te zijn aangehouden voor de omhulling en voor die onderdelen van de constructie, die rechtstreeks de omhulling dragen of ondersteunen.

8.8.4 Onderdruk en overdruk

Bij kassen moet gerekend zijn met een overdruk, respectievelijk onderdruk p_o ter grootte van $C_o \cdot p_w$. Deze onder- respectievelijk overdrukken moeten zijn gecombineerd met de winddruk respectievelijk windzuiging, die aan de buitenzijde op de beschouwde vlakken of delen daarvan werkt. De factor C_o kan ontleend worden aan tabel 7. De factoren voor over- en onderdruk zijn afhankelijk van de mate van openheid van de omhulling en van de windrichting [3] en [15].

tabel 7 Factoren C_o voor over- en onderdruk voor enkelvoudige tunnels en bij meerdere kappen achter elkaar met flexibele omhullingsmaterialen.

table 7 Factors C_o for under and excess pressure for single-span tunnel houses and multi-span houses with flexible cladding materials

windrichting	enkelvoudige tunnels		meerdere kappen achter elkaar
	ventilatieopeningen/deuren in de kopgevels	ventilatieopeningen/deuren in de kopgevels + ventilatieopeningen in de langsgevels	ventilatieopeningen/deuren in de kopgevels
loodrecht op de nokrichting	$C_o = -0,4$	$C_o = -0,2$ *)	$C_o = -0,3$
evenwijdig aan de nokrichting	$C_o = +0,1$	$C_o = 0,0$	$C_o = +0,1$

*) - 0,3 in geval van nokventilatie

8.8.5 Windwrijving

De windwrijving langs de dek- en gevelvlakken is afhankelijk van de windrichting. In de windrichting evenwijdig aan de nokrichting bedraagt de vormfactor voor de windwrijving $C_w = 0,01$.

In de richting loodrecht op de nokrichting behoeft voor het dek niet met windwrijving te zijn gerekend, omdat de horizontale invloed van de wind in de dwarsrichting werkt in de vormfactoren.

8.8.6 Vormfactoren ramen in geopende toestand

De vormfactoren voor ramen in geopende toestand bedragen $C_d = 1,25$ of $C_z = 1,25$.

8.8.7 Reductiefactor afhankelijk van de afmetingen

De reductiefactor C_{dim} bij foliekassen met aaneengesloten, repeterende kappen achter elkaar (zoals bij foliekassen klasse B15) dient als volgt te zijn bepaald:

$$C_{dim} = C_{dim, \perp wind} * C_{dim, \parallel wind}$$

$C_{dim, \perp wind}$ = reductiefactor voor de totale windbelasting op het te beschouwen constructiedeel, vanwege samenwerking met naastliggende constructiedelen loodrecht op de windrichting, volgens tabel 8.

$C_{dim, \parallel wind}$ = reductiefactor voor de totale windbelasting op het te beschouwen constructiedeel, vanwege het afstandseffect in de richting evenwijdig aan de windrichting, volgens tabel 9.

tabel 8 Reductiefactoren $C_{dim, \perp wind}$ afhankelijk van de breedte b_{dim} bij vlakken loodrecht op de windrichting.

table 8 Reduction factors $C_{dim, \perp wind}$ depending on width b_{dim} for planes perpendicular to the wind direction

b_{dim} in m *)	$C_{dim, \perp wind}$
≤ 5	1,00
10	0,96
20	0,94
30	0,92
50	0,90
75	0,87
100	0,85
150	0,82
≥ 200	0,80

b_{dim} = gemiddelde afmeting in de richting loodrecht op de windrichting (voor de berekening van de onderbouw).

*) Voor tussenliggende waarden moet lineair worden geïnterpoleerd.

tabel 9 Reductiefactoren $C_{dim, \perp wind}$ afhankelijk van de lengte l_{dim} bij vlakken evenwijdig aan de windrichting.

table 9 Reduction factors $C_{dim, \perp wind}$ depending on length l_{dim} for planes parallel to the wind direction

l_{dim} in m *)	$C_{dim, \perp wind}$
≤ 5	1,00
10	0,95
20	0,93
30	0,91
50	0,89
75	0,88
100	0,87
150	0,86
≥ 200	0,85

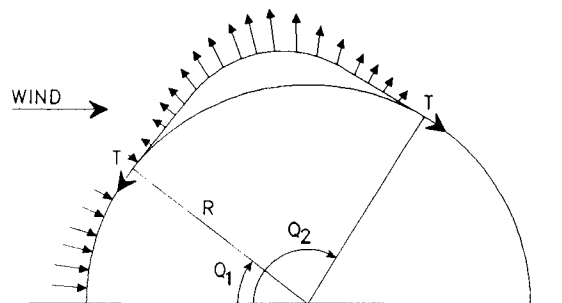
l_{dim} = gemiddelde afmeting in de richting evenwijdig aan de windrichting (voor de berekening van de onderbouw).

*) Voor tussenliggende waarden moet lineair worden geïnterpoleerd.

De reductiefactoren $C_{dim, \perp wind}$ en $C_{dim, \parallel wind}$ mogen alleen in rekening gebracht worden bij foliekassen met minimaal drie aaneengesloten, repeterende kappen achter elkaar.

8.8.8 Overbrenging windbelasting van folie op constructie

Bij kassen met starre omhullingsmaterialen zijn deze materialen op regelmatige afstand bevestigd aan de constructie. Hierdoor kan de belasting door wind op de omhulling direct overgedragen worden aan de eronder liggende constructie. Bij tunnels met een folieomhulling is dit totaal anders, omdat de folie veelal los over de bogen en andere constructiedelen is gespannen. De folie is vaak alleen bij de fundering bevestigd aan de constructie. De afdracht van belastingen wordt nu anders, omdat door de grote zuigkracht van de wind de folie met name bij de nok opgelicht wordt van de constructie, waardoor daar geen belastingafdracht plaatsvindt. In figuur 11 is aangegeven een schematisering van de werkelijk optredende belasting op de flexibele folieomhulling bij windzuiging op een tunnel met een halfcirkelvormige doorsnede.



Figuur 11 Schematisering van werkelijk optredende belasting op de flexibele folieomhulling bij windzuiging op een tunnel

Figure 11 The real load exerted on the flexible film cladding in case of wind suction on a tunnel house, presented as a diagram

De spanning in de folie wordt hierdoor verhoogd en tevens ontstaat een dwarsbelasting op de bogen daar waar de folie contact houdt met de bogen. Op de fundering nemen de trekkrachten, uitgeoefend via de gespannen folie, toe.

Een mogelijke strategie voor de berekening van de krachtsafdracht van de folie naar de ondersteunende bogen zou kunnen geschieden volgens een stappenmethode, zoals hierna omschreven, waarbij de figuren 12A t/m 12G ter illustratie als rekenvoorbeeld gehanteerd kunnen worden:

- Stap 1: Bepaal de belastingen op de omhullende folie t.g.v. bijvoorbeeld wind (volgens 8.8) per vakmaat (zie figuur 12A);
- Stap 2: Bepaal de belasting op de ondersteunende boog t.g.v. de voorspankracht in de folie (zie figuur 12B). Hierbij geldt:

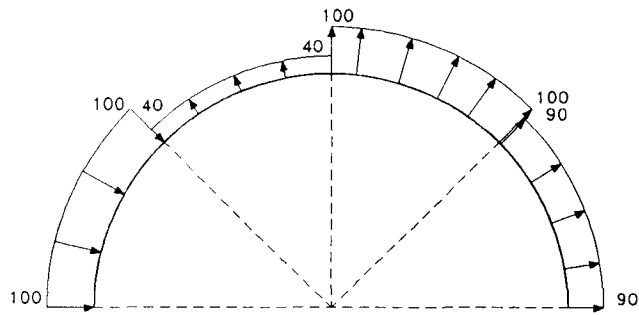
$$q = \frac{N}{R} \text{ , waarbij:}$$

q = de radiale belasting op de boog t.g.v. de voorspanning (kN/m)

N = normaalkracht van de folie (kN)

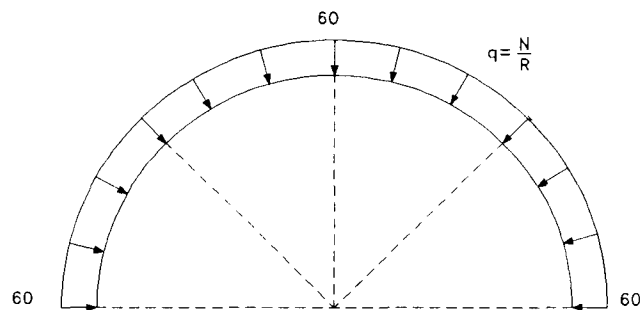
R = straal van de boog (m)

- Stap 3: Sommeer beide belastingen (zie figuur 12C);
- Stap 4: Indien het resultaat van stap 3 op alle plaatsen een drukkracht op de boog oplevert, is de krachtsafdracht via de folie op de boog identiek aan de gesommeerde belastingen volgens stap 3;
- Stap 5: Indien het resultaat van stap 3 een zuiging op de boog oplevert, wordt aangenomen, dat de folie ter plekke van deze zuiging los ligt van de boog (zie figuur 12D);
- Stap 6: Bepaal m.b.v. evenwicht van krachten de normaalkracht in de folie voor het aanliggende deel van de boog (zie figuur 12E);
- Stap 7: Bepaal de belasting op de ondersteunende boog t.g.v. de foliekracht;
- Stap 8: Sommeer de uitwendige belasting (stap 1) met de belasting t.g.v. de foliekracht (stap 7)(zie figuur 12F);
- Stap 9: Vergelijk het resultaat van stap 8 met de resultaten van een vorige iteratieslag of met stap 5. Bij verschillen: herhaal stappen 6 t/m 9 om de lengte van het losliggende deel voldoende nauwkeurig te bepalen;
- Stap 10: Stel de belastingen op de ondersteunende boog samen. Waar de gesommeerde belastingen volgens stap 8 een drukkracht opleveren, ondervindt de boog wel belasting t.g.v. de folievoorspanning. Waar de gesommeerde belasting een trekkracht oplevert, komt geen belasting op de boog t.g.v. de folievoorspanning (zie figuur 12G).



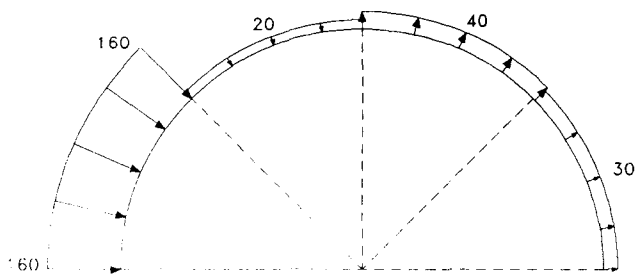
Figuur 12 A Belastingen op de omhullende folie t.g.v. de uitwendige belasting (getallenvoorbeeld)

Figure 12A Loads on the enveloping film caused by the external load (numerical example)



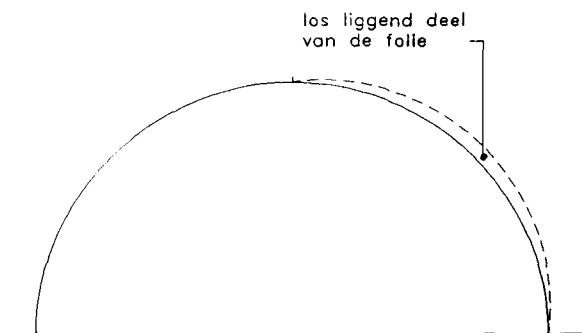
Figuur 12B Belastingen op de ondersteunende boog t.g.v. de voorspankracht (getallenvoorbeeld)

Figure 12B Loads on the supporting hoop caused by prestressing force (numerical example)



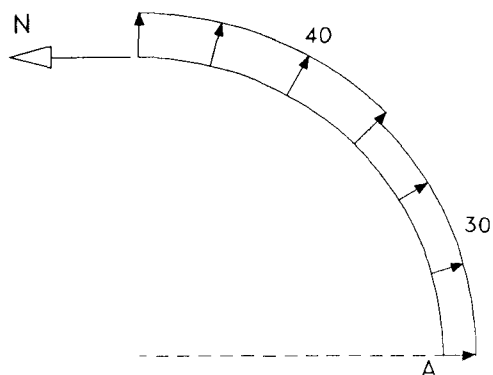
Figuur 12C Totaal van de belastingen volgens de figuren 12A en 12B

Figure 12C Total of loads according to Figures 12A and 12 B



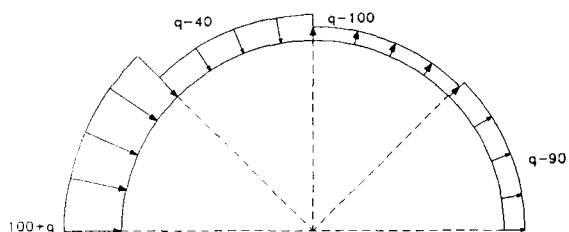
Figuur 12D De folie ligt los van de boog op plaatsen waar de sommatie zuiging oplevert

Figure 12D The film is unsupported in areas where the total results in suction



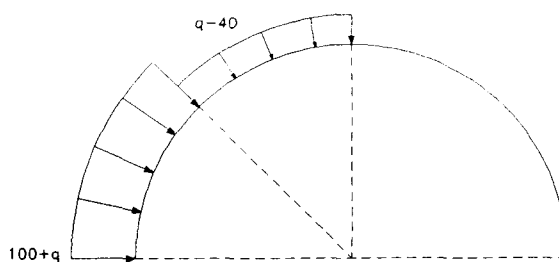
Figuur 12E Bepaal de normaalkracht in de folie aan de hand van het evenwicht van het losliggende deel van de folie

Figure 12E Determination of the normal force in the film on the basis of the load balance in the unsupported part of the film



Figuur 12F Totaal van de belastingen volgens de voorgaande stappen

Figure 12F Total of loads according to the previous steps



Figuur 12G Resulterende belastingen op de ondersteunende boog

Figure 12G Resultant loads on the supporting hoop

9 Rekenwaarden voor de materiaalgrootheden

De rekenwaarden van de materiaalgrootheden dienen te zijn ontleend aan NEN 6710, hfdst. 9 (aluminium) [9], NEN 6760, hfdst. 9 (hout) [11], NEN 6770, hfdst. 9 (staal) [12] en NEN 6720, hfdst. 6 (beton) [10].

9.1 Materiaalgrootheden kunststoffolies

De kunststoffolies, gebruikt als kasomhullingsmateriaal, hebben in het algemeen een kortere levensduur dan de dragende constructiedelen. Om dezelfde mate van betrouwbaarheid te realiseren van de constructie en de omhulling, moet voor de foliesterkteberekening uitgegaan worden van een belasting, die hoort bij de referentieperiode van de constructie, dus 10 of 15 jaar. Hierbij moet in verband met de optredende veroudering van folies als materiaalsterkte aangehouden worden: de gemiddelde treksterkte, respectievelijk vloeigrens gedurende de levensduur van de folie (het gemiddelde van de karakteristieke ondergrens met 5% kans op onderschrijding). Gedurende de levensduur van de folie moet de folieomhulling in staat zijn om de optredende belastingen op te nemen en deze over te brengen naar de constructie en fundering (zie ook hfdst. 10).

Voor het vaststellen van de materiaaleigenschappen van kunststoffolies, zoals de treksterkte en de vloeigrens wordt verwezen naar DIN 53455 [23].

Voor de toegestane diktetoleranties wordt verwezen naar GKV Prüf- und Bewertungsklausel für Polyethylen-Folien (LDPE) und Erzeugnisse daraus [24].

In tabel 10 zijn enige belangrijke materiaaleigenschappen van een vijftal kunststoffolies aangegeven, die geschikt zijn als kasomhullingsmateriaal.

tabel 10 Materiaaleigenschappen van enige kunststoffolies, geschikt als kasomhullingsmateriaal.

table 10 Material properties of some films which are suitable as greenhouse cladding materials

Eigenschappen	PE-folie, dikte 180 µm	EVA-folie, dikte 180 µm	Terpoly-meerfolie, dikte 200 µm	PVDF-folie, dikte 130 µm	EVA-folie met IR en anti-condens, dikte 200 µm
treksterkte bij breuk (N/mm ²) langsrichting ¹⁾ dwarsrichting ²⁾	22 20	25 26	27 28	60 38	21,6 19,5
rek bij breuk (%) langsrichting dwarsrichting	500 520	600 600	550 650	420 250	623 429
kruip bij 4 MPa (%) langsrichting dwarsrichting	11 12	16 19	14 17	1 1	

- 1) Met 'langsrichting' van de folie wordt bedoeld de produktierichting van de extrusie.
- 2) Met 'dwarsrichting' van de folie wordt bedoeld de richting loodrecht op de produktierichting van de extrusie.

Om identificatie van de folie, gebruikt als kasomhullingsmateriaal mogelijk te maken, dient de volgende informatie blijvend leesbaar op de folie te worden aangebracht:

- de foliesoort, de fabrikant of leverancier, de dikte, de merknaam en de uiterste verkoopdatum in de vorm van maand en jaar (aangebracht door de fabrikant van de folie of de leverancier);
- de merknaam (of naam leverancier) en de afleverdatum in de vorm van maand en jaar (aangebracht door de leverancier).

Met de uiterste verkoopdatum wordt in dit verband bedoeld de datum van maximaal twee jaar na de productiedatum van de folie.

Voor de gangbare kunststoffolies wordt door de folieleverancier een UV-garantie gegeven van 4 jaar, te rekenen vanaf de afleverdatum, geldig voor het klimaat in Nederland.

9.2 Kengetallen grondsoorten i.v.m. fundering

Voor de sterkte- en vervormingsberekening van de funderingen kunnen de in tabel 11 aangegeven kengetallen aangehouden worden voor drie grondsoorten, namelijk klei, zand en een zand-kleimengsel.

Voor de fundering van foliekassen en -tunnels wordt over het algemeen een geprefabriceerde betonpaal of een stalen buis gebruikt, ingestort in een prop beton, de zgn. poer. De afmetingen van deze poeren zijn afhankelijk van een aantal parameters, namelijk de kashoogte, de spantoverspanning, het aantal aaneengebouwde overspanningen, het aantal stabiliteitsverbanden en de grondsoort.

tabel 11 Minimum waarden voor kengetallen grondsoorten (in gebruikstoestand $\gamma = 1,0$).

table 11 Minimum values for soil type parameters (in serviceability limit state, $\gamma = 1.0$)

	volumieke massa γ_s (in kgf/m ³)	hoek van inwendige wrijving ϕ	cohesie C (in N/m ²)	toelaatbare gronddrukspanning (in kN/m ²)
klei	1500	20°	4000	70 (0,7 kgf/cm ²)
zand	1800	30°	0	
klei-zand-mengsel	1500	20°	0	

10 Rekenregels voor gespannen folies

Kunststoffolie, gebruikt als omhullingsmateriaal van tunnels en kassen moet bestand zijn tegen de optredende normaalkrachten in het vlak van de folie, zowel in de richting evenwijdig aan de bogen als in de richting loodrecht op de bogen. De normaalkracht in de richting van de bogen $n_{s;d}$ moet minimaal corresponderen met de grootte van de voorspankracht. Indien de normaalkracht in de kunststoffolie volgens hfdst. 8.8.8 groter is dan de voorspankracht, moet de grootste van beiden in rekening worden gebracht. In de richting loodrecht op de bogen volgt de maximale waarde van de normaalkracht uit de gelijkmatig verdeelde belasting op de folie en de voorspanning van de folie in dezelfde richting. In formule:

$$n_{\perp;s;d} = \sqrt{n_{\perp;voersp.}^2 + v_{q;d}^2}$$

en

$$v_{q;d} = \frac{q_{s;d} l}{2}$$

Hierin is:

$q_{s;d}$ = de gelijkmatig verdeelde belasting werkend loodrecht op de kunststoffolie;
 l = de onderlinge afstand van de bogen.

De optredende normaalkracht dient vergeleken te worden met de sterktecapaciteit van de kunststoffolie. Bij het bepalen van deze sterktecapaciteit moet het langetermijngedrag van de folie in ogenschouw worden genomen met betrekking tot veroudering, kruip en rek. De krachten veroorzaakt door het voorspannen zijn langetermijnbelastingen, terwijl de belastingen t.g.v. wind kortetermijnbelastingen zijn. Veroudering heeft zowel invloed op het kortetermijn- als het langetermijngedrag.

Bij deze analyse moet uitgegaan worden van de belasting, die behoort bij de referentieperiode van de kasconstructie (10 of 15 jaar) (zie ook onder: hfdst 9.1). Aangetoond moet worden dat deze belasting opgenomen kan worden door de kunststoffolie, waarbij als sterktecriterium voor de folie uitgegaan moet worden van de gemiddelde sterkte van de folie over de geschatte levensduur van de folie. In dat geval moet de omhulling dezelfde sterkteprestatie leveren als de kasconstructie .

Kunststoffolies, gebruikt als omhullingsmateriaal, moeten voldoen aan de volgende eisen:

$$\frac{\sigma_{f_{p,\parallel},S_d}}{f_{f_{p,\parallel},R_d}} + \frac{\sigma_{f_{p,\perp},S_d}}{f_{f_{p,\perp},R_d}} \leq 1,0$$

Hierin is:

$\sigma_{f_{p,\parallel},S_d}$ = de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) treksterkte van de kunststoffolie in de langsrichting
 $\sigma_{f_{p,\perp},S_d}$ = de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) treksterkte van de kunststoffolie in de dwarsrichting
 $f_{f_{p,\parallel},R_d}$ = de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) vloeigrens van de kunststoffolie in de langsrichting geldig voor de ontwerplevensduur van de folie
 $f_{f_{p,\perp},R_d}$ = de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) vloeigrens van de kunststoffolie in de dwarsrichting geldig voor de ontwerplevensduur van de folie

11 Vervormingen, verplaatsingen en maatafwijkingen

11.1 Toegestane horizontale en verticale verplaatsingen

De verplaatsing, horizontaal en verticaal, van de fundering op het niveau waarop de draagconstructie hieraan is gemonteerd, mag niet groter zijn dan 5 mm.

De horizontale verplaatsing van de kas op goothoogte (bij kassen zonder goot op ca. 3 m boven maaiveld) mag niet groter zijn dan:

$$u_h \leq u_{h, \text{gev}} \quad (\text{bij foliekassen kan de grenswaarde van de extra horizontale verplaatsing van de kas op goothoogte ten gevolge van de verschrinking van het dek } \Delta u_{h, \text{dek}} \text{ vervallen})$$

met een maximum van 80 mm.

$u_{h, \text{gev}}$ = de grenswaarde van de horizontale verplaatsing van de gevel op goothoogte in de richting loodrecht op de gevel.

$$u_{h, \text{gev}} \leq h / 50 \quad (\text{de reductiefactor afhankelijk van de breedte van het glas in de gevel } r_{\text{gev}} \text{ genoemd in NEN 3859, kan vervallen}).$$

h = poothoogte van de kas

11.2 Toegestane vervormingen van kasonderdelen

De doorbuiging, respectievelijk de opbuiging van kasgoten, dekgordingen en nokprofielen mag niet groter zijn dan:

$$u_v \leq l_{\text{vak}} / 250 \quad (\text{de factor voor het aantal ruiten, dat naast elkaar in een vak is aangebracht } n_r, \text{ genoemd in NEN 3859, kan vervallen}).$$

met een maximum van 18 mm.

De doorbuiging, respectievelijk de opbuiging van de spantliggers mag niet groter zijn dan:

$$u_v \leq l_{\text{spant}} / 250$$

met een maximum van 32 mm.

Indien zowel voor het dek als voor de gevels een flexibel omhullingsmateriaal wordt gebruikt (zoals kunststoffolie) worden geen eisen gesteld aan de vervorming van gevelsteunende elementen, zoals kolommen en gevelgordingen, noch aan de vervorming van dragers van flexibele omhullingsmaterialen.

11.3 Toegestane maatafwijkingen

Voor de maximaal toegestane maatafwijkingen van funderingen, dat wil zeggen de plaatsnauwkeurigheid van de bevestigingspunten voor de draagconstructie, dienen de waarden in tabel 12 aangehouden te worden.

tabel 12 Maximaal toegestane maatafwijkingen voor de plaats van de bevestigingspunten van de kolommen van de bovenbouw.

table 12 Maximum variations in dimensions allowed for the positions of fastening points for the stanchions of the super-structure

afmetingen	maximaal toegestane maatafwijkingen
onderlinge afstand van de kolommen in de breedte- en lengterichting	10 mm
totale lengte l_{kas}	$l_{kas} / 3000$
totale breedte b_{kas}	$b_{kas} / 3000$
hoogte	50% van het afschot per vakmaat, doch niet groter dan 15 mm

De scheefstand van de kolommen mag niet meer dan $l / 200$ bedragen met een maximum van 20 mm, waarbij l de lengte van de kolommen is gemeten tussen fundering en goot.

De scheefstand van de funderingspaal, ingestort in een betonprop mag niet meer dan $l / 50$ bedragen met een maximum van 20 mm, waarbij l de lengte van de funderingspaal is.

Summary

This code of practice provides design rules for the construction of greenhouses, tunnel houses, shadehouses and other structures for which plastic films or woven fabrics are used as cladding materials. For this purpose, such greenhouses are subdivided into two categories with corresponding reference periods of 15 and 10 years. This subdivision is important as the materials shall be durable and because of the size of loads caused by e.g. wind, snow and load combinations. Requirements are given with regard to the strength of structures (ultimate limit state) as well as with regard to deformations and displacements (serviceability limit state).

The code of practice provides additions and modifications to the current standards NEN 6700 through NEN 6770 for building constructions and to standard NEN 3859 for horticultural greenhouses.

The calculating methods presented in this code of practice can be applied if a number of conditions are met, such as with regard to the durability of steel sections (hot dip galvanizing or equivalent protection required), the wall thickness of steel tubes and the durability of concrete for greenhouse foundations.

Directions are given as regards loads which may occur in or on film greenhouses. Background information is given and conditions have been entered on the loads, being permanent loads (self-weight), snow, installations (on a permanent or temporary basis), crops (such as tomatoes, cucumbers, strawberries, pot plants), concentrated vertical loads and wind. Form factors are given for a wide variety of shapes of film greenhouses, to explain the distribution of the wind load over the envelope. Attention is also paid to a specific aspect of film greenhouses, which is the transfer of suction and pressure forces to the greenhouse structure, as are exerted by winds on a tight film. The material properties are given for several common films.

To facilitate the design of concrete foundations for film greenhouses, design rules are given for calculating traditional foundations with prefabricated concrete socles cast in concrete blocks.

In the appendix, the design rules have been developed into recommendations for practical applications as regards foundations, supporting structures and cladding.

Literatuur

- [1] NEN 3859 Tuinbouwkassen, 1990, concept 2^e druk, NNI, Delft, juni 1990, 39 pp.
- [2] NPR 3860 Tuinbouwkassen, 1990, concept 2^e druk, NNI, Delft, januari 1990, 41 pp. + appendix.
- [3] Robertson, A.P., 1992, Design criteria for a Eurocode for greenhouse structures, International Conference on Agricultural Engineering, Uppsala, Sweden, June 1-4, 1992, 28 pp.
- [4] Bijlaard, F.S.K., 1992, CEN-Standard for design of greenhouses, Workshop on European Greenhouse Standards, Barcelona, Spain, October 13-15, 1992, FAO REUR Technical Series 25, p. 122-127.
- [5] NEN 3859 Tuinbouwkassen, 1993, concept 2^e druk, NNI, Delft, juni 1993, 43 pp.
- [6] NEN 6700 Technische grondslagen voor bouwconstructies (TGB 1990), Algemene basiseisen, 1991, 1^e druk, NNI, Delft, april 1991, 31 pp.
- [7] Bouwbesluit, 1991, Algemene Maatregel van Bestuur bij de Woningwet van 1991, SDU, Den Haag.
- [8] NEN 6702 Technische grondslagen voor bouwconstructies (TGB 1990), Belastingen en vervormingen, 1991, 1^e druk, NNI, Delft, december 1991, 99 pp.
- [9] NEN 6710 Technische grondslagen voor bouwconstructies (TGB 1990), Aluminiumconstructies, 1991, 1^e druk, NNI, Delft, december 1991, 127 pp.
- [10] NEN 6720 Technische grondslagen voor bouwconstructies (TGB 1990), Betonconstructies, 1991, 1^e druk, NNI, Delft, september 1991, 239 pp.
- [11] NEN 6760 Technische grondslagen voor bouwconstructies (TGB 1990), Houtconstructies, 1991, 1^e druk, NNI, Delft, 77 pp.
- [12] NEN 6770 Technische grondslagen voor bouwconstructies (TGB 1990), Staalconstructies, 1991, 1^e druk, NNI, Delft, december 1991, 175 pp.
- [13] NEN 5950 Voorschriften Beton Technologie (VBT 1986), Eisen, vervaardiging en keuring, 1986, NNI, Delft, (+ aanvulling NEN 5950 van 1991), 24 pp.
- [14] NEN-ISO 898-1, 1989, Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen, deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden, NNI, Delft.
- [15] Robertson, A.P en R.P. Hoxey, 1993, Structural design of greenhouses with emphasis on wind loading, Workshop on European greenhouse standards, Barcelona, Spain, October 13-15, 1992, FAO REUR Technical Series 25, p. 17-41.
- [16] Eurocode 1, Basis of design and actions on structures, part 2.5: snow loads, CEN/TC250/SC1, September 1992.
- [17] Eurocode 1, Basis of design and actions on structures, part 2.7: wind loads, CEN/TC250/SC1, September 1992.
- [18] NEN 1275, 1975, Thermisch aangebrachte zinklagen op staal, gietijzer en gietstaal. Eisen en keuringsmethoden.
- [19] TNO Bouw rapport B-90-483, 1993, Achtergronden van de windbelastingen volgens NEN 6702:1991, TNO Bouw, Delft, 135 pp.
- [20] IBBC-TNO rapport B-76-273a/08.2.467, maart 1977, Bepaling van de vormfactoren van enkele configuraties bedrijfsgebouwen, TNO Bouw, Delft, 5 pp + bijlagen.
- [21] Casta Kassenbouw programma , TNO Bouw, Delft, computerontwerp-programma voor de bouw van tuinbouwkassen.
- [22] TNO Kunststoffen en Rubber Instituut, brief aan Hyplast N.V., Hoogstraten d.d. 8-11-1995 inzake het bewaren van tunnelfolie.
- [23] DIN 53 455, 1981, Prüfung von Kunststoffen - Zugversuch, DIN, Berlijn.
- [24] GKV Prüf- und Bewertungsklausel für Polyethylen-Folien (LDPE) und Erzeugnisse daraus, Blatt: 1, Januar 1988, Fachverband Verpackung und Verpackungsfolien im GKV, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin (D).

Symbolen en namen van grootheden

a	onderlinge hart-op-hart afstand van de gewasdraden
b_{dim}	gemiddelde afmeting in de richting loodrecht op de windrichting (voor de berekening van de onderbouw, b_{dim} = totale breedte van de kas)
C	cohesie bij funderingsberekening
C_i	vormfactor, afhankelijk van de dakvorm
C_d	vormfactor voor winddruk, volgens hfdst. 8.8.2
C_{dim}	reductiefactor bij meerdere aaneengesloten kappen, afhankelijk van de afmetingen van het door wind aangeblazen oppervlak, volgens hfdst. 8.8.7
$C_{dim, \perp wind}$	reductiefactor voor de totale windbelasting op het te beschouwen constructiedeel vanwege samenwerking met naastliggende constructiedelen loodrecht op de windrichting, volgens tabel 8
$C_{dim, \parallel wind}$	reductiefactor voor de totale windbelasting op het te beschouwen constructiedeel vanwege het afstandseffect in de richting evenwijdig aan de windrichting, volgens tabel 9
C_{loc}	vormfactor voor plaatselijke windzuiging, volgens hfdst. 8.8.3
C_o	vormfactor voor over-, respectievelijk onderdruk, volgens hfdst. 8.8.4
C_w	vormfactor voor wrijving, volgens hfdst. 8.8.5
C_z	vormfactor voor windzuiging, volgens hfdst. 8.8.2
C_T	temperatuurcoëfficiënt bij sneeuwbelasting, afhankelijk van de isolatiewaarde van het (de) dekmateriaal / -constructie
D_p	propdiameter funderingspoer
d	verplaatsingshoogte bij bepaling extreme stuwdruk
F_k	karacteristieke kracht
$F_{v,k}$	karacteristieke geconcentreerde verticale belasting
$f_{fp, \perp, Rd}$	de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) vloiegrens van de kunststoffolie in de langsrichting geldig voor de ontwerplevensduur van de folie
$f_{fp, \parallel, Rd}$	de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) vloiegrens van de kunststoffolie in de dwarsrichting geldig voor de ontwerplevensduur van de folie
H_p	prophoogte funderingspoer
h	pothoogte van de kas
h_{ef}	afstand van het maaiveld tot de gemiddelde dakvlakhoogte (zie figuur 3A t/m 3C)
l_{dim}	gemiddelde afmeting in de richting evenwijdig aan de windrichting (voor de berekening van de onderbouw, l_{dim} = totale lengte van de kas)
l_{vak}	vakmaat
$n_{i,s;d}$	optredende normaalkracht in de folie
$n_{i,voersp}$	voorspankracht in de folie
p_e	gelijkmatig verdeelde belasting door wind
$p_{gew,q;k}$	karacteristieke veranderlijke gewasbelasting
$p_{in,g;k}$	karacteristieke permanente belasting door installaties
p_o	gelijkmatig verdeelde over-, c.q. onderdrukbelasting t.g.v. wind
$p_{t,rep}$	sneeuwbelasting op het dak
$p_{sn,rep}$	sneeuwbelasting op de grond
$p_{sn,q;k}$	karacteristieke veranderlijke sneeuwbelasting
p_w	extreme stuwdruk, afhankelijk van de hoogte h_{ef} , volgens hfdst. 8.8.1
t	de referentieperiode, die gebruikt moet worden voor de bepaling

	van de reductiefactor voor de gelijkmatig verdeelde belasting, in jaren;
u_h	horizontale verplaatsing van de kas op goothoogte
$u_{h,gev}$	de grenswaarde van de horizontale verplaatsing van de gevel op goothoogte in de richting loodrecht op de gevel
u_v	minimum doorhang van de gewasdraden in belaste toestand
$v_{q,d}$	gelijkmatig verdeelde belasting op de folie
z_0	ruwheidslengte bij bepaling extreme stuwdruk
α	dakhelling in graden
$Y_{f,w}$	belastingsfactor voor de windbelasting
Y_f	belastingsfactor overige belastingen
$Y_{f,r}$	belastingsfactor met reducerende invloed
Y_s	volumieke massa bij funderingsberekening
$\sigma_{fp, \parallel, Sd}$	de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) treksterkte van de kunststoffolie in de langsrichting
$\sigma_{fp, \perp, Sd}$	de ontwerpwaarde van de (gemiddelde) treksterkte van de kunststoffolie in de dwarsrichting
ϕ_1	dynamische vergrotingsfactor, welke bij folieomhullingen gelijk is aan 1,0
ϕ	hoek van inwendige wrijving bij funderingsberekening
ψ_t	reductiefactor voor de extreme waarde van de gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting, die afhankelijk is van de referentieperiode
ψ	factor voor de bepaling van de momentane belasting (voor daken is $\psi = 0$, volgens NEN 6702, art. 8.2.5 [8])

Bijlage

Uitwerking regels in praktijkadviezen

1 Ontwerp van fundering

Het bouwen van funderingen met voldoende zwaarte en sterkte is bij foliekassen, tunnels of schermhallen belangrijker dan bij glazen kassen. De windzuiging wordt slechts in zeer geringe mate gecompenseerd door het eigen gewicht van de kas. Voor het eigen gewicht van een glazen kas, incl. constructie wordt ca. 150 N/m² aangehouden en voor een foliekas ca. 30 N/m². De resulterende kracht omhoog bij foliekassen is groter dan bij glazen kassen met vergelijkbare vorm en afmetingen. Er is meestal geen aparte hemelwaterafvoer aanwezig bij folietunnels. Vooral na een regenperiode is de grond direct naast de tunnel verzadigd met water, waardoor de opneembare trekkracht van bijvoorbeeld grondankers negatief wordt beïnvloed.

De constructie op zich moet in staat zijn de optredende krachten t.g.v. wind, e.d. over te brengen via de fundering naar de grond, zonder dat de folie hierbij wordt meegetrokken.

Voor schaduwhallen en regenkapten (fruitkapten) e.d. kan voor de tussenkolommen, die uitsluitend verticale reactiekrachten te verwerken krijgen, gebruik worden gemaakt van schroefankers. Aangetoond moet worden, dat de krachten uitgeoefend door de bovenbouw op deze schroefankers door de grond opgenomen kunnen worden. Een schroefanker kan uitsluitend normaalkrachten opnemen. Bij de bepaling van de opneembare krachten van de schroefankers moet er van uitgegaan worden dat de bovenste laag geroerde grond (tot een hoogte van 0,4 m onder het maaiveld) niet meegerekend wordt (het schroefblad van deze schroefankers moet zich in ieder geval voldoende diep onder deze geroerde grondlaag bevinden). Op punten waar horizontale krachten overgebracht moeten worden, zoals bij de gevels en bij kolommen, waaraan stabiliteitsverbanden zijn verbonden, moet ook bij deze eenvoudige bouwwerken uitgegaan worden van gestorte (of prefab) betonfunderingen of fundering op palen. De waarden van tabel 13 kunnen aangehouden worden als voorbeeldconstructies, tenzij door proeven aangetoond wordt dat hiervan afgeweken kan worden. Het aantonen van de opneembare trekkracht van schroefankers kan (in voldoende-voud !) uitgevoerd worden door de kassenbouwer, waarbij rekening gehouden moet worden met een veiligheidsfactor γ van minimaal 1,45.

tabel 13 Overzicht uittrekkkrachten van schroefankers met verschillende bladdiameters en in verschillende grondsoorten (overgenomen uit een Franse tabel)
table 13 Pull-out forces of screw anchors with different blade diameters and in different soil types (taken from a table in a French publication)

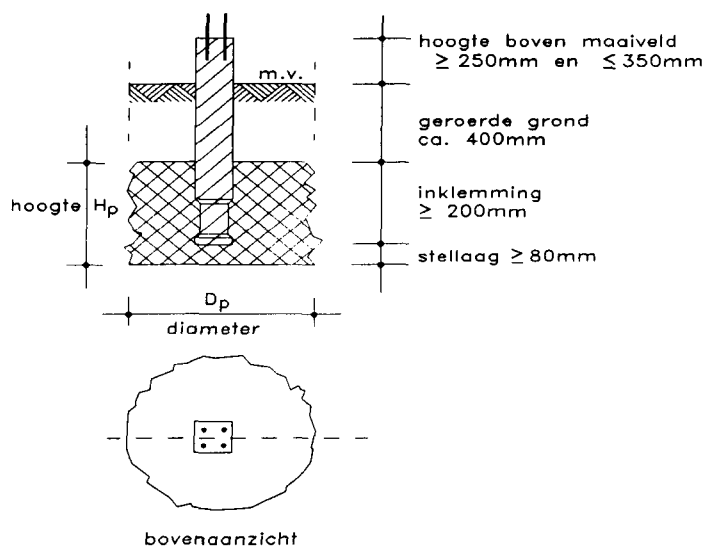
diameter schroefblad (in mm)	diepte schroefblad onder maaiveld (in m)	grond A: zware, vette klei	grond B: grint vermengd met zand; medium korrelgrootte	grond C: stabiel zand vermengd met grint	grond D: zachte klei, mergel, kleihoudend löss	grond E: zandgrond met geringe samenhang (fijnkorrelig)
150	0,7	10,8 kN	9,3 kN	6,7 kN	5,9 kN	4,4 kN
	1	16,7 kN	14,2 kN	10,8 kN	8,6 kN	7 kN
	1,5	29,4 kN	27,5 kN	23,5 kN	17,7 kN	11,8 kN
200	0,7	15,7 kN	14,2 kN	10,8 kN	8,8 kN	6,7 kN
	1	24,5 kN	21,6 kN	16,7 kN	12,7 kN	10,8 kN
	1,5	44,2 kN	39,2 kN	35,3 kN	26,5 kN	17,7 kN

De in tabel 13 gegeven waarden zijn de gemiddelde gemeten uittrekkkrachten; aangezien bij proeven een grote spreiding optreedt, moet als 'veiligheidsfactor' voor sterkte- en vervormingsberekeningen aangehouden worden een factor $\gamma = 1,45$.

Voor folietunnels en foliekassen moet i.v.m. de grotere optredende verticale reactiekrachten omhoog op de fundering (vergeleken met glazen kassen) uitgegaan worden van ter plaatse gestorte betonfunderingen, prefab betonfunderingen of funderingen op (veelal zachthouten) palen. De houten palen worden toegepast in veengebieden, waarbij de palen worden ingeheid of ingetrild op kleef. De verbinding tussen palen en constructie moet dusdanig zijn dat trek- en drukkrachten overgebracht kunnen worden.

Ook de deurstijlen in kopgevels dienen over het algemeen ingestort te worden in beton.

Als wordt afgezien van een nauwkeurige berekening kunnen bij toepassing van een traditionele fundering met prefab betonpaal en gestorte betonpoer de afmetingen voor een betonpoer bij foliekassen met bijvoorbeeld een tralieligger van 6,4 m, 8 m en 9,6 m lengte bepaald worden met behulp van tabel 14 bij minimaal drie aaneengebouwde overspanningen en tabel 15 bij minimaal zes aaneengebouwde overspanningen. De gegevens van deze tabellen zijn ontleend aan het programma 'Casta Kassenbouw' van TNO Bouw [21].



Figuur 13 Voorbeeld van een fundering met prefab betonpaal en gestorte betonpoer

Figure 13 Example of a foundation consisting of a prefabricated concrete pile cast in a concrete block

tabel 14 Benodigde afmetingen van betonproppen voor funderingen van foliekassen (type met tralieligger) met een maximale kaslengte van 50 m en **minimaal drie aaneengebouwde overspanningen** met onderscheid tussen binnenpoeren en kruisschoorpoeren (ter toelichting, zie figuur 13)

table 14 Required dimensions for concrete blocks for film greenhouse foundations (trellis girder type) with a maximum greenhouse length of 50 m and **at least three connected spans**, while distinguishing between centre socles and socles supporting stability bracing (see Figure 13)

spantover- spanning (in m)	vak- maat (in m)	binnenpoer			kruisschoorpoer *)		
		prop- dia- meter D_p (in m)	prop- hoogte H_p (in m)	volume benodig- de beton- mortel (in liters)	prop- dia- meter D_p (in m)	prop- hoogte H_p (in m)	volume benodig- de be- tonmor- tel (in liters)
6,4	4	0,4	0,6	70	0,4	0,75	90
6,4	4,5	0,4	0,65	75	0,4	0,8	95
8	4	0,5	0,65	95	0,5	0,7	130
8	4,5	0,5	0,6	105	0,5	0,75	140
9,6	4	0,5	0,6	105	0,5	0,8	150
9,6	4,5	0,5	0,65	120	0,5	0,85	160

*) De benodigde afmetingen van de betonproppen bij kruisschoorpoeren zijn identiek bij drie danwel zes aaneengebouwde overspanningen (tabel 14 en 15), omdat deze alleen afhankelijk zijn van de lengte van de kas.

tabel 15 Benodigde afmetingen van betonproppen voor de binnenpoeren van foliekassen (type met tralieligger) met een maximale kaslengte van 50 m en **minimaal zes aaneengebouwde overspanningen** (ter toelichting, zie figuur 13)

table 15 Required dimensions for concrete blocks for centre socles of film greenhouse (trellis girder type) with a maximum greenhouse length of 50 m and **at least six connected spans** (see Figure 13)

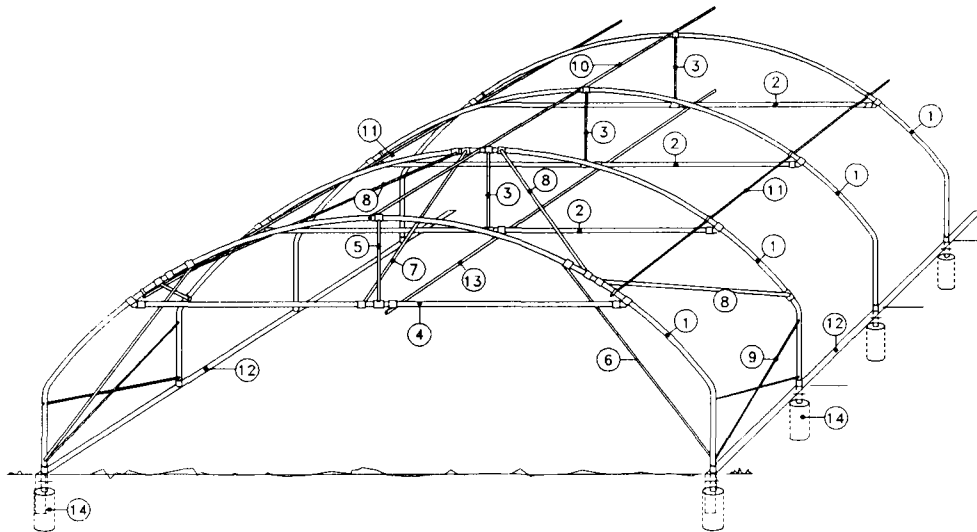
spantover- spanning (in m)	vak- maat (in m)	binnenpoer		
		prop- dia- meter D_p (in m)	prop- hoogte H_p (in m)	volume benodig- de beton- mortel (in liters)
6,4	4	0,4	0,5	60
6,4	4,5	0,4	0,6	70
8	4	0,5	0,5	90
8	4,5	0,5	0,55	95
9,6	4	0,5	0,55	95
9,6	4,5	0,5	0,65	120

2 Ontwerp van draagconstructie

- * Om uitknikken van de horizontale trekstang bij folietunnels en van de tralieliggers bij foliekassen onder windbelasting loodrecht op de nokrichting te voorkomen, moeten deze voldoende zwaar gedimensioneerd zijn en/of moeten deze trekstangen en de bovenranden van tralieliggers onderling gekoppeld worden over de volle lengte van de tunnel of kas via doorkoppelbuizen of draden (zie figuur 14). Bij toepassing van draden voor de doorkoppeling moeten deze bij beide kopgevels schuin afgeschoord worden in het horizontale vlak.
- * De verbindingen van elkaar kruisende buizen onderling kunnen uitgevoerd worden met een boutverbinding door en door of met klemverbindingen, mits deze verbindingen geborgd zijn d.m.v. een bout of boorschroef. Klemverbindingen kunnen eveneens uitgevoerd worden zonder borging, mits aangetoond wordt dat deze verbinding sterk genoeg is om de optredende maximale krachten over te brengen zonder grote vervormingen;
- * Bij boutverbindingen moet niet alleen aandacht gegeven worden aan de minimaal noodzakelijke afmetingen van de bout, maar ook aan de plaats van het gat voor de bout (voldoende steek achter de bout, bijvoorbeeld 2,5 maal de diameter van de bout). Hierbij moet uiteraard het beugelmateriaal van voldoende dikte zijn;
- * Om bij de schematisering van de verbindingen bij de sterkteberekening uit te kunnen gaan van één knooppunt, moet er op gelet worden dat de aansluitende staven niet te ver van elkaar bevestigd worden (excentriciteit in de verbinding), bijvoorbeeld: de onderlinge afstand van de samenstellende staven van een verbinding niet groter dan 0,1 m;

Benaming onderdelen:

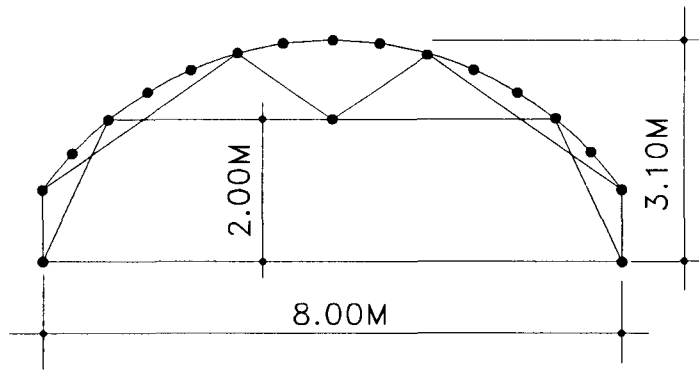
1. boog
2. trekstang
3. koppeling naar de nok
4. gevelregel (bovendorpel deur)
5. koppeling naar de nok
6. kopgevelschoor
7. kopgevelschoor
8. dekschoren
9. langsgevelschoren
10. nokbuis
11. gordingbuis
12. funderingsbuis
13. doorkoppelingsbuis
14. fundering



Figuur 14 Voorbeeld van de constructie van een folietunnel met schoring, e.d.
 Figure 14 Example of the construction of a film tunnel house with bracings etc.

(vervolg 2 Ontwerp van draagconstructie)

- * Twee of drie lagen folies, gescheiden door lucht op overdruk, kunnen sterk bijdragen aan de sterkte van de omhulling van een foliekas in vergelijking met enkele folie.
- * Bij een kaslengte tot 50 m moeten in tenminste twee vakken tussen de spanten (bogen) van foliekassen en folietunnels stabiliteitsverbanden (kruisschoren) aangebracht worden, doorgevoerd over de hele breedte, om de kas voldoende stabiliteit in de lengterichting te verlenen. Bij kaslengtes groter dan 50 m moet aangetoond worden dat de constructie voldoende stijfheid bezit in de lengterichting van de kas. De schoren moeten aangrijpen op knooppunten van de spanten met gordingbuizen e.d.;
- * De bogen moeten voldoende zwaarte hebben om o.a. de windbelasting loodrecht op de nokrichting van de kas op te kunnen vangen zonder schade. Dit kan men ook bereiken door de boogspanten in het vlak te verstijven met schoren (zoals bijvoorbeeld aangegeven in figuur 15 met V-schoren en armschoren).



Figuur 15 Mogelijkheid om de boogspanten te verstijven met behulp van schoren

Figure 15 Option to stiffen the hoops with cross bracing

3 Ontwerp van omhulling

Voor het aanbrengen en spannen van kunststoffolie of schermmateriaal op de constructie is het belangrijk erop te letten dat:

- * Scherpe uitsteeksels, zaagbramen, uitstekende schroeven e.d. die het omhulmingsmateriaal vroegtijdig kunnen vernielen, niet voorkomen in het vlak dat direct in contact komt met de folie. Deze moeten verwijderd worden voordat de folie wordt aangebracht of, als dit onmogelijk is, afgeplakt worden met tape o.i.d. Dit is met name belangrijk wanneer folie regelmatig moet bewegen over bijvoorbeeld bogen (zoals bij wegschuifbare dekfolie).

Aanbeveling:

Overigens is gebleken dat het afplakken van de bogen met voldoende duurzaam schuimband de levensduur van de folie belangrijk kan verlengen, mede omdat in de zomer het directe contact van de folie met de hete buizen van de draagconstructie voorkomen wordt, waardoor versnelde veroudering van de folie ter plaatse van de ondersteunende buizen niet op kan treden.

- * Om oneffenheden van de bogen in het vlak van de folieondersteuning te beperken moet de lasnaad bij gelaste buizen zich aan de binnenzijde van de boog bevinden;
- * De kunststoffolie of het schermmateriaal moet strak worden aangespannen, teneinde vouwen en rimpels en het klapperen van folie door de wind te voorkomen;
- * Het verdient de voorkeur om de folie of het schermmateriaal aan de randen over de volle lengte en breedte continu te bevestigen aan de constructie met klemprofielen o.i.d, danwel over de volle lengte te ballasten met voldoende zand (ingraven folie aan de zijgevels bij tunnels);
- * Chemische stoffen in of bij een foliekas kunnen corrosief werken, bijvoorbeeld zwavel.
- * Als tijdens het aanbrengen en spannen van folie de buitentemperatuur lager is dan 10°C moet er van uitgegaan worden, dat het noodzakelijk is naderhand de folie na te spannen als de buitentemperatuur voldoende hoger is geworden. Het aanbrengen van folie bij temperaturen lager dan 4°C dient vermeden te worden.