



ETFE-LUCHTKUSSENS

► Sinds de eerste grootschalige toepassing van ETFE-folie als transparante dakbedekking voor de Bush in Burgers' Zoo te Arnhem in 1986, heeft het materiaal in eerste instantie aarzelend en gaandeweg sneller, zijn weg gevonden naar ontwerptafels van architecten. Het Teflon-achtig product is uiterst transparant (96 procent lichtdoorlatendheid), duurzaam, zelfreinigend en wellicht de belangrijkste eigenschap: het is niet gebonden aan rechte lijnen of een enkele kromming qua vormgeving.

Een ontwerper kan volledig vormvrij ontwerpen.

Zoals vaak gaat bij ontdekkingen, is het materiaal ontstaan als een bijproduct. In dit geval in de laboratoria van Hoechst, een Duitse kunststofproducent (overgenomen door 3M). Het is een fluorpolymeer (Ethyl Tetra Fluor Ethyleen) dat door middel van extrusie tot mono-axiaal georiënteerde film wordt verwerkt. Door de extrusie worden de molecuulketens in lengterichting georiënteerd waardoor een enigszins orthotroop materiaal ontstaat. Er is wereldwijd slechts een beperkt aantal producenten dat de folie op constante kwaliteit kan leveren.

Eigenschappen

Een van de bijzondere eigenschappen van het materiaal is de grote verlenging bij breuk. Het materiaal verlengt minstens 400 procent voordat het breekt. Hierdoor bezwijkt zelden de folie maar bezwijken veeleer de omliggende constructiedelen. Een andere

bijzondere eigenschap is de hoge impact-bestendigheid die het materiaal geliefd maakt in landen met felle hagelbuien. Forse hagelstenen veroorzaken slechts lokale deuken die naar verloop van tijd (het materiaal is visco-elastisch) weer grotendeels verdwijnen. Het materiaal laat UV-licht door. Hierdoor is het uitermate geschikt voor bijvoorbeeld Burgers Bush waar een tropisch oerwoud is gecreëerd. Een nadeel is dat alle materialen onder het dak aan UV-licht worden blootgesteld, iets waar tijdens het ontwerpproces rekening mee gehouden moet worden.

Gespannen of luchtgesteund

Het materiaal wordt op twee manieren toegepast: enkellaags en mechanisch voorgespannen. Aangezien de folie zelf een lage sterkte heeft, zijn er al snel voorzieningen nodig om de spanningen in de folie binnen de perken te houden. De overspanningen die hiermee

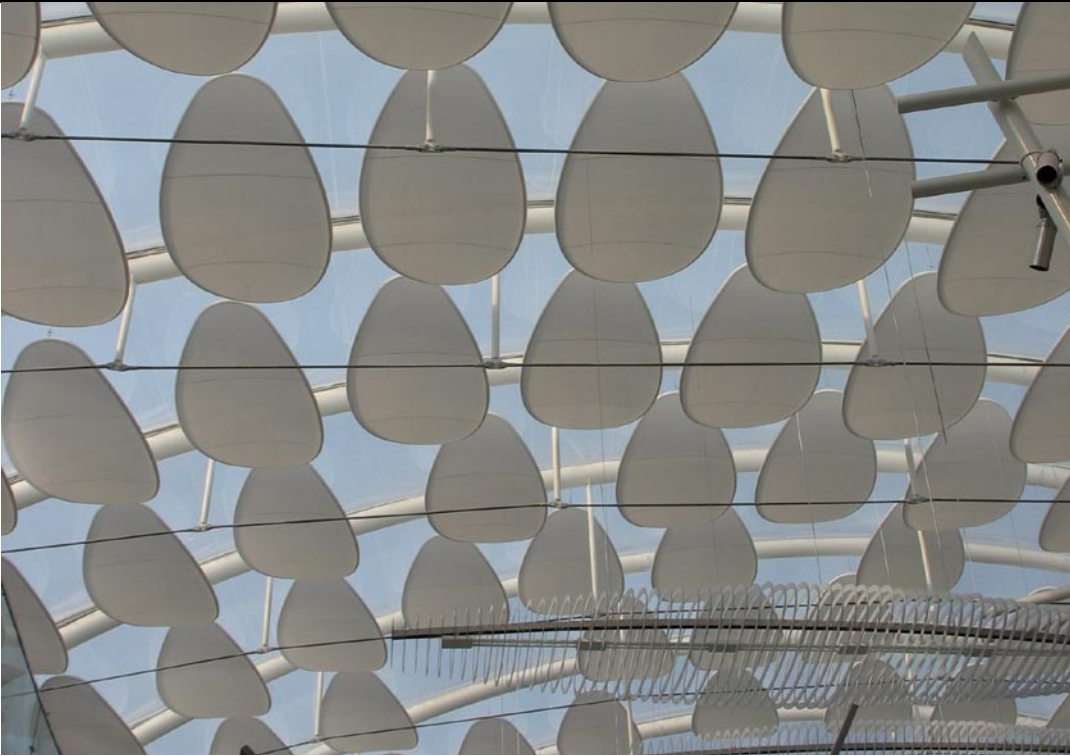
gemaakt kunnen worden beperken zich van 1 tot 1,5 meter met alleen folie. Om tot grotere overspanningen te komen, worden er kabels aan de constructie toegevoegd, zoals bij de transparante luifelconstructie voor het Euroborg stadion te Groningen. Voor het eerst is dit op grote schaal toegepast in het Bird's Nest stadion in Beijing.

Luchtkussens

Het is gangbaarder om het materiaal als een luchtkussen toe te passen. Een luchtkussen is opgebouwd uit een onder- en een bovenfolie. De ruimte tussen de twee folies wordt voorzien van een overdruk. Een kussen kan van meerdere folielagen worden voorzien zodat er meerdere luchtkamers ontstaan. Hierdoor neemt de warmteweerstand van de kussens toe. Met dergelijke systemen kunnen overspanningen gerealiseerd worden tot ongeveer vier meter, één en ander is afhankelijk van de bolling van de kussens.

Nieuwe ontwikkelingen

Het materiaal is als bouwmaterial nog niet oud en er vinden nog volop nieuwe ontwikkelingen plaats. De volgende tendensen zijn waarneembaar in toepassingen met luchtkussens: Het aanwenden van de stabiliserende werking van de luchtkussens voor het terugdringen van de staalprofilering voor een zo hoog mogelijke transparantie. Een goed voorbeeld hiervan is het project Islazul in Madrid, Spanje. Het integreren van de zonwering in het luchtkussendak voor subtiel



Auteur: Rogier Houtman



Links: luchtfoto van Shopping Mall Islazul.
a. Ellipse Mall. b. Main Mall. c. Plaza Caraba.
Foto: IASO.

Boven: Main Mall met lokale zonwerende voorzieningen. Foto: Tentech.

Onder: blik van binnen naar buiten. De transparantie van het dak van Islazul is indrukwekkend.
Foto: IASO.

gereguleerde lichtdoorlatendheid, zoals bij het nieuwe JinSo paviljoen ontworpen door architectenbureau cepezed.

Islazul

Het Spaanse architectenbureau L35 Arquitectos heeft het ontwerp gemaakt voor de Shopping Mall Islazul te Madrid voor ontwikkelaar LAR Agente. De shopping mall moet refereren aan het tropische eiland Islazul. Van groot belang daarbij is een grote transparantie van de overkappingen van de atria die hiertoe ontworpen zijn in ETFE- folie. Er zijn een drietal atria te onderscheiden, de zogenoemde Ellipse Mall met overspanningen tot 12 meter, de Main Mall met overspanningen tot 30 meter en de Plaza Caraba met overspanningen tot 50 meter. De vrije overspanning van de laatste is echter geen 50 meter, er is op tweede van de overspanning een ellipsvormige boog toegevoegd die ondersteund wordt door kolommen. Dit zorgt ervoor dat ook hier de vrije overspanningen niet groter zijn dan 30 meter. Er zijn 112 kussens aangebracht waarvan 94 verschillende. Totale oppervlak van het ETFE dak is 10.000 vierkante meter.

Regulering zonlichttoetreding

De hoge transparantie van de atriumoverkappingen vraagt ook om voorzieningen om de zon- en lichttoetreding te reguleren. Bij ETFE luchtkussens is het gangbaar om de bovenste folie van het luchtkussen te voorzien van een bedrukking in de vorm van zilveren

stippen. De dichtheid van de stippen bepaalt de uiteindelijke zon- en lichttoetreding. Vanwege de wens tot hoge transparantie, is er echter voor gekozen relatief veel zonlicht binnen te laten en daar waar nodig lokaal zonwerende voorzieningen aan te brengen. Een groot deel van de Main mall is hiertoe voorzien van chipsvormige doeken die onder de stalen bogen zijn gehangen. Op de Plaza Caraba zijn paddestoel-

Optimale **transparantie** versus subtiel gereguleerde lichtdoorlatendheid

achtige overkappingen geplaatst die voor veel schaduw zorgen. Op deze wijze wordt een eilandachtige sfeer neergezet met een overvloed aan licht.

Om opwarming van de mall tegen te gaan, is langs de gehele buitenomtrek van de atriumdaken een ventilatievoorziening over een hoogte van twee meter. Deze is normaalgesproken geopend maar wordt bij slecht weer gesloten.

Draagconstructie

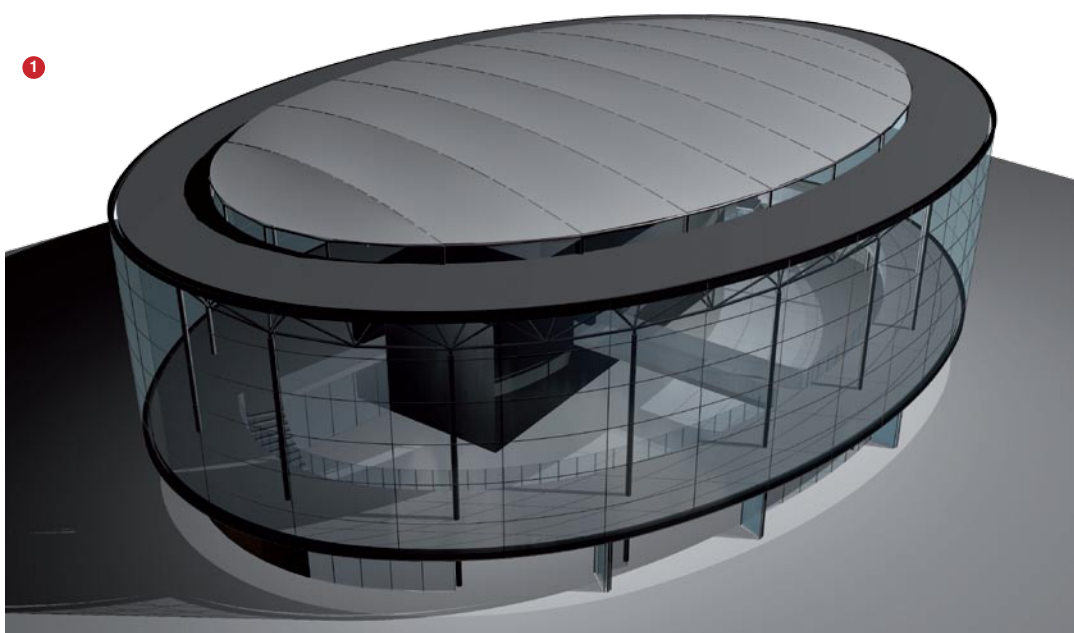
De draagconstructie bestaat uit boogvormige ronde buisprofielen die een overspanning hebben variërend van 12 tot 30 meter. De bogen staan hart op hart 4,2 meter en worden zijdelings (verend) gesteund door de folie. Dit continue verend steunen van de

bogen zorgt ervoor dat de zijdelingse stabiliteit van de bogen is gewaarborgd. Hierdoor zijn gordingen overbodig wat een zeer transparante dakconstructie tot gevolg heeft. De bogen zijn in hun vlak voorgespannen middels trekstaven om de vervormingen te minimaliseren. Het weglaten van de gordingen vereist een vooruitstrevend veiligheidsconcept. Immers, wanneer één van de luchtkussens uitvalt, heeft dit ge-

volgen voor de stabiliteit van de constructie. Gesteld is dat de stalen liggers elastisch mogen vervormen, maar niet bezwijken. Anders dan bij starre constructies, leidt dit bij ETFE-luchtkussens niet tot problemen. Hierdoor kan er gedimensioneerd worden op sterke en niet op stijfheid waardoor er lichtere buizen dan normaalgesproken toegepast kunnen worden.

JinSo paviljoen

Een andere tendens tekent zich af: het toepassen van ETFE luchtkussens met een geïntegreerd zonweringssysteem. Een goed voorbeeld hiervan is het JinSo paviljoen aan de ArenA Boulevard te Amsterdam. Architectenbureau cepezed ontwierp voor opdrachtgever SoJin Holding een uitbreiding van het huidige ►



1. Rendering JinSo paviljoen. Bron: cepezed.
2. Mockup in geopende toestand. Foto: Buitink.
3. Mockup in verduisterde toestand. Foto: Buitink.

restaurant door er een transparante stolp overheen te zetten. De wanden zijn opgetrokken uit koudgebogen glas. Het dak is voorzien van een ETFE-luchtkussendak. Binnen komt de wintertuin en het restaurant. Het dak heeft net als het paviljoen een ovale vorm. Aan de buitenomtrek is een 3D-spaceframe geplaatst dat gedragen wordt door kolommen. In het zo ontstane ovale atrium zijn lensvormige liggers geplaatst in de korte overspanningrichting met een hart op hart maat van vier meter. In totaal zijn er acht lensliggers waardoor er negen vakken zijn voor luchtkussens. Het middelste kussen is in tweeën gedeeld vanwege de opstelling van de lucht- en overige installatie op het dak. Dit brengt het totaal aantal kussens op tien stuks met een overdekt oppervlak van 600 vierkante meter. Elk kussen is opgebouwd uit vier lagen folie waardoor er drie luchtkamers ontstaan. De middelste twee folielagen zijn tegengesteld bedrukt. Door de luchtdruk in de middelste kamer te variëren, kan de onderlinge afstand van deze folies gereguleerd worden. Door de tegengestelde bedrukking heeft dit een verduisterend effect tot gevolg in het geval de twee folies op elkaar worden gebracht en een tegenovergesteld effect als de twee folies van elkaar af worden bewogen.

Uitersten tot in de derde dimensie

ETFE-folie is bij uitstek een materiaal om licht toe te laten in een gebouw. Er kan gekozen worden voor optimale transparantie zoals bij het Islazul project. Al dat licht moet dan wel intern worden gereguleerd. Of er

wordt een zonwering geïntegreerd in het luchtkussen zoals bij het JinSo project. Het (zon)licht kan dan al bij de tweede folielaag worden geblokkeerd. Gemene deler in beide gevallen is de vormvrijheid die de ontwerper heeft. Zowel bij het Islazul als het JinSo project variëren de overspanningen van de bogen en de luchtkussens variëren met deze vorm mee waardoor ook in de derde dimensie een golvend vlak wordt verkregen. Dit resulteert in beide gevallen in een dakontwerp dat het architectonisch concept ondersteunt en optimaal licht toelaat in het gebouw. ◀

www.tentech.nl

Rogier Houtman is directeur van Tentech BV te Utrecht, het Nederlandse ontwerp- en adviesbureau voor lichtgewicht bouwen, met een bijzondere expertise in de toepassing van folie en textiel in de gebouwde omgeving.

Projectgegevens

Locatie: Madrid, Spanje
Opdrachtgever: Grupo LAR Agente Urbanizador, S.L.
Architect: L35 Arquitectos
Aannemer ETFE-dak: IASO S.A. Lleida (Spanje)
Adviseur ETFE-dak: Tentech, Utrecht
Oplevering: maart 2008

Projectinfo JinSo paviljoen

Locatie: ArenA Boulevard Amsterdam
Opdrachtgever: SoJin Holding
Architect: cepezed, Delft
Aannemer ETFE-dak: Buitink Technology, Duiven
Adviseur ETFE-dak: Tentech, Utrecht
Oplevering: medio 2008

DENNIS SCHURKES, ARCHITECTEN WERKGROEP TILBURG



'Voorheen werd het groene dak voornamelijk als visuele verfraaiing van het horizontale dakvlak gezien. Een extensieve dakbegroeiing, veelal uitgevoerd als mos-sedumdak, was dan het resultaat. In ons vakgebied merken we de laatste jaren een groeiende vraag naar, met name, de intensieve dakbegroeiingen en daktuinen. Daarbij geldt meer en meer de letterlijke 'beleving' van het groen. Toegepast in meerlaagse woongebouwen als collectieve buitenruimtes vormen ze niet alleen een aantrekkelijk uitzicht voor de hoger gelegen appartementen. Het zijn vaak sfeervolle plaatsen waar sociale contacten op makkelijke wijze ontstaan en worden onderhouden. Wonen in een gebouw wordt samenwonen in een gebouw. In woonzorgcomplexen met continu-verpleging verruimen daktuinen de belevingswereld van de van zorg afhankelijke bewoners.

Recentelijk is in Waalwijk het woongebouw Basilica opgeleverd waarbij het binnengebied van ruim 2.000 vierkante meter boven een geheel verzonken stallingsgarage als een collectief intensief groen dak is uitgevoerd. Het maken van een 'zachte' laag binnen een gebied met hoge stedelijkheid compenseert het door het bouwen weggenomen groen. Eveneens vermindert het de lozing van hemelwater op het riool.

Door hoogteverschillen op te nemen in de constructieve vloer tussen het stallingsdek en de volledig rondom liggende woningen was het mogelijk te reserveren voor het groene dak van zo'n 200 millimeter dikte. Op de op afschot gesmeerde dekvloer ligt een volledig gekleefde eenlaagse dakbedekking. Daarop ligt vervolgens een waterafvoerende noppenplaat met wortelwerend doek, een waterbergende schuimlaag van 100 millimeter en een glooiend gelegde substraatlaag. Door bomen direct boven de kolommen van de stalling te positioneren, was het mogelijk om niet alleen lage en lichte begroeiing toe te passen. Het resultaat is een vriendelijke, sfeervolle en intensief gebruikte binnentuin.

Inmiddels worden in diverse van onze plannen die nu in ontwerpstadium zijn groene daken én inmiddels zelfs groene gevels verwerkt, zoals bijvoorbeeld het woonzorgcomplex te Rijen. Recent werken wij ook met het Passief Huis concept. Daar wordt toepassing van het groene dak gemotiveerd door de vraag naar een lage EPC, een gunstig binnenklimaat en isolerende werking. Het groenpakket voorkomt opwarming van de constructie in de zomer en afkoeling in de winter. In woningbouwplan Weihoek in Roosendaal waar hemelwater gedoseerd aan het omringende gebied terug moest worden gegeven is het groene dak een reden geweest voor de toepassing ervan. Dat de gemeente Tilburg zich inmiddels inzet voor de groene transformatie van het dakenlandschap juichen wij alleen maar toe.'