

Bijlage 2

Belangrijke technische informatie

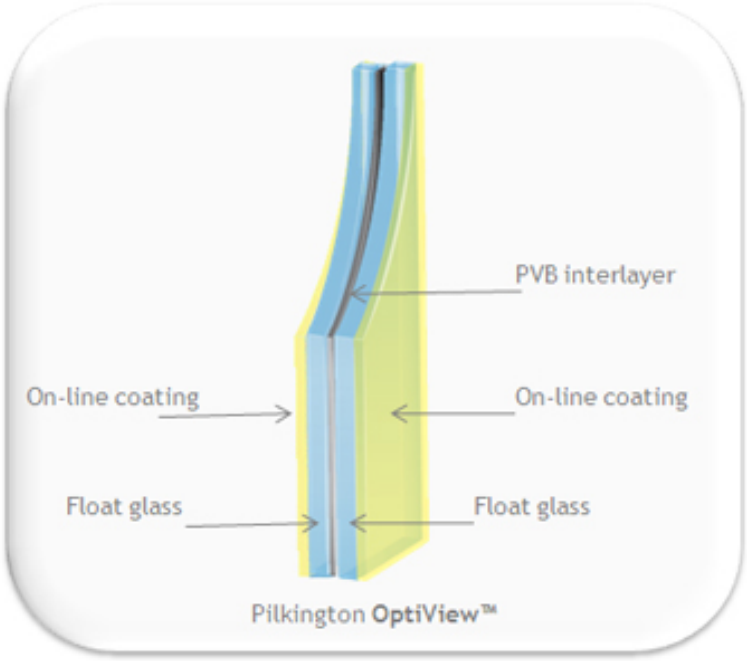
Inhoudsopgave

- 1: Epoxy betonvloer columbarium + afscheidsruimte + herdenkingsruimte
- 2: Pilkington Anti-spiegelend glas koker trap
- 3: Plafond personeelsruimte
- 4: Patroon afscheidsruimte + herdenkingsruimte wanden
- 5: Uitleg principe composiet gevel

Berekeningen

- 6: Berekening hoeveelheid licht
- 7: Berekening ventilatie
- 8: Keuze luchtbehandelingskast
- 9: Uitleg BaOpt principe
- 10: Berekening nagalmtijd
- 11: Berekening constructie gewicht

interiors of a building.
Pilkington **OptiView™** in a monolithic application, with the low-reflective coating on one surface, reduces visible light reflectance and allows more visible light to pass through, when compared to clear float glass with 8% light reflectance as standard.



Laminated Pilkington **OptiView™**

CONCEALED SYSTEM

De verdekte plafonds van Armstrong voorzien in een monolithisch en naadloos aanzicht met gebruik van standaard plafondtegels in een verdekt ophangstelsel. De houten plafonds laten zich eenvoudig en snel installeren dankzij de speciale T-profiel haak.

VOORDELEN

- strak monolithisch aanzicht
- eindeloze ontwerpmogelijkheden
- plafondtegels met lengtes tot 2400 mm
- eenvoudige en veilige neerwaartse uitneembaarheid
- subtiel randdetail met 6 mm sponning

TOEPASSING

Ook in kleinere ruimten geeft een verdekt plafondstelsel al snel een ruimte effect.

PRODUCT: Houtfineer US Kersen, perforatie Rg 8013, verdekt, 600 x 1800 mm



CONCEALED SYSTEEM

STANDAARD HOUTFINEREN



Es (ASH)



Eik (OAK)



Rood Eik (ROA)



US Kersen (CHE)



US Walnoot (WAL)

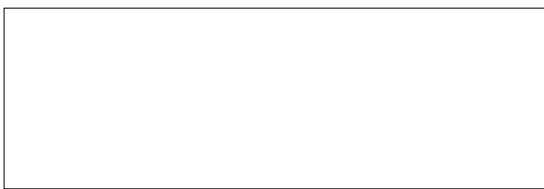
Alle houtfineren zijn voorzien van een transparante matte UV coating.
Onderlinge verschillen zijn mogelijk, omdat ieder product natuurlijk en dus uniek is.

Uitvoering in exclusieve houtfineren op aanvraag.

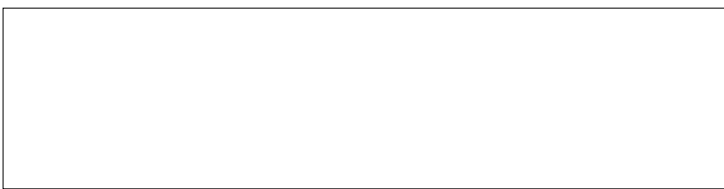
AFMETINGEN



600 x 1200 mm



600 x 1800 mm



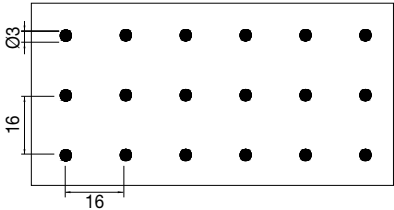
600 x 2400 mm

PERFORATIES & AKOESTIEK



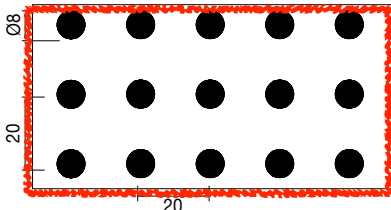
Plain

α_w 0.10(L)



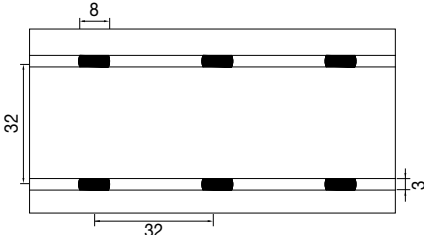
Rg 3003 (3%)

α_w 0.35(L)



Rg 8013 (13%)

α_w 0.70(L)



Lg 8002 groef (2%)
Groef afm: 3 x 3 mm
 α_w 0.45(L)

REEKS

Perforaties	Afmetingen	Ophangstelsysteem: Prelude 24 XL ² /TLX
		 Concealed
Plain	600 x 1200 x 17 mm	CS 5145 M
Plain	600 x 1800 x 17 mm	CS 5146 M
Plain	600 x 2400 x 17 mm	CS 5147 M
Rg 3003	600 x 1200 x 17 mm	CS 5148 M
Rg 3003	600 x 1800 x 17 mm	CS 5149 M
Rg 3003	600 x 2400 x 17 mm	CS 5150 M
Rg 8013	600 x 1200 x 17 mm	CS 5151 M
Rg 8013	600 x 1800 x 17 mm	CS 5152 M
Rg 8013	600 x 2400 x 17 mm	CS 5153 M
Lg 8002 groef	600 x 1200 x 17 mm	CS 5154 M
Lg 8002 groef	600 x 1800 x 17 mm	CS 5155 M
Lg 8002 groef	600 x 2400 x 17 mm	CS 5156 M



EEA Euroclass B-s2, d0

EN 13501-1



$\lambda = 0.12 \text{ W/m K}$

EN 12667
& ISO 8301



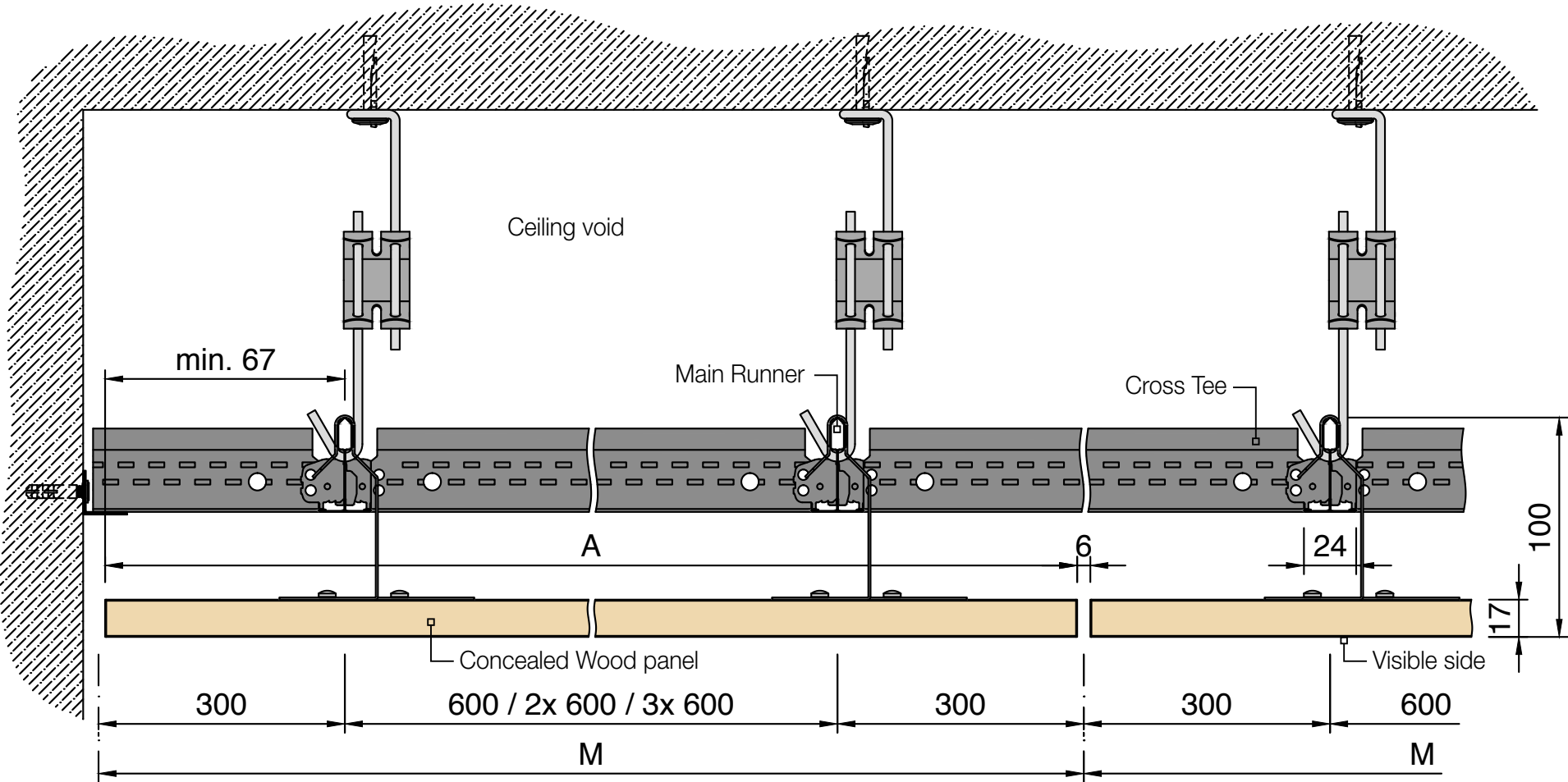
$\leq 70 \text{ \% RV}$



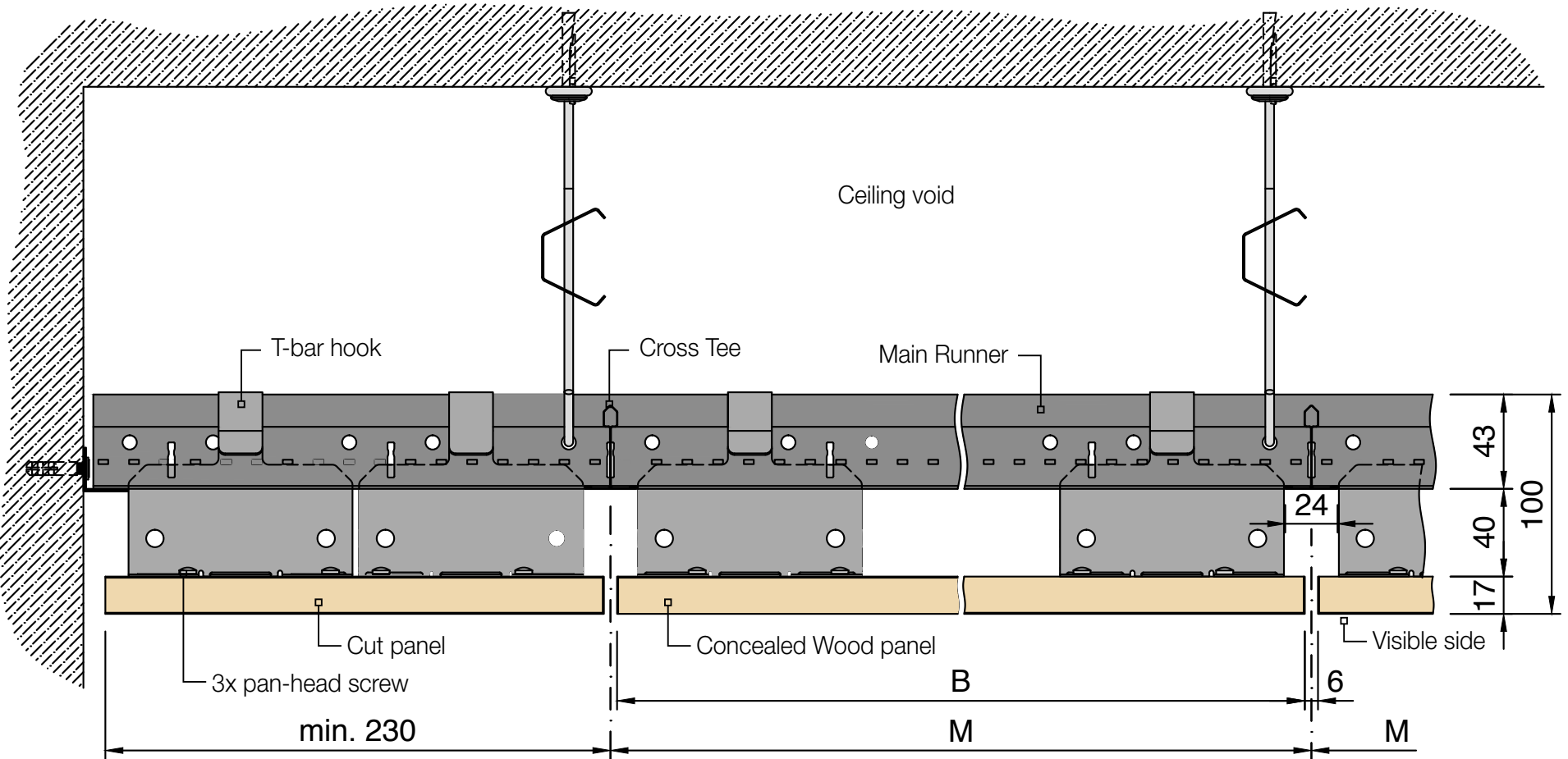
$\approx 14 \text{ kg/m}^2$

INSTALLATION

Cross-section



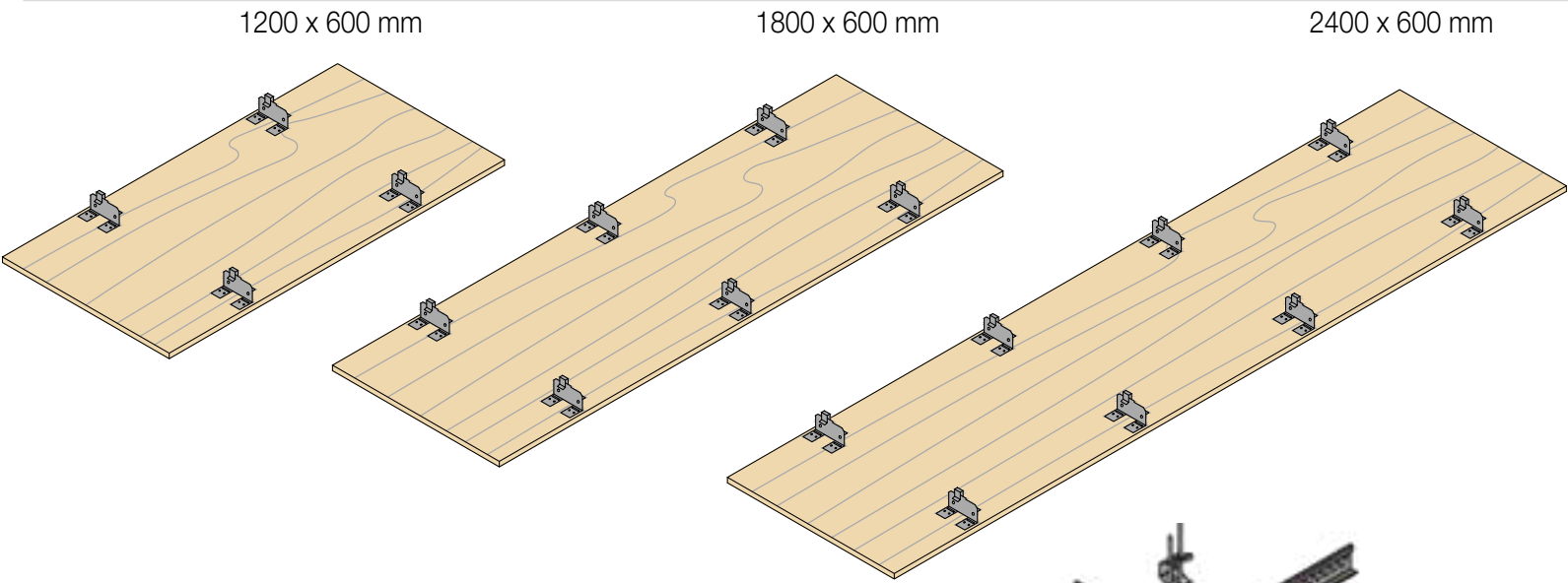
Longitudinal section



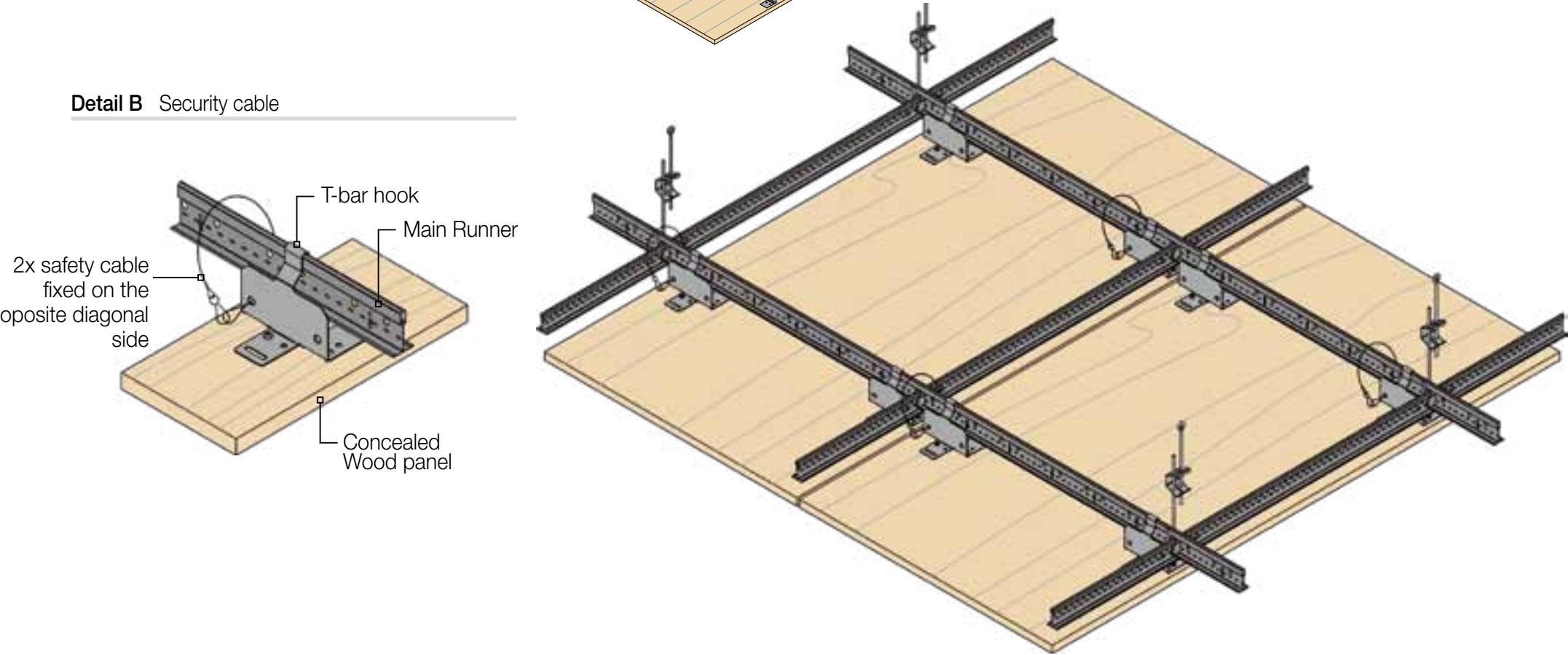
M = module size / A = panel length / B = panel width

Item No.	Designation
BPCS5157G	T-bar hook
BPCS5158G	Safety cable
BPCS5159G	Pan-head screw 4.8 x 16.5 mm

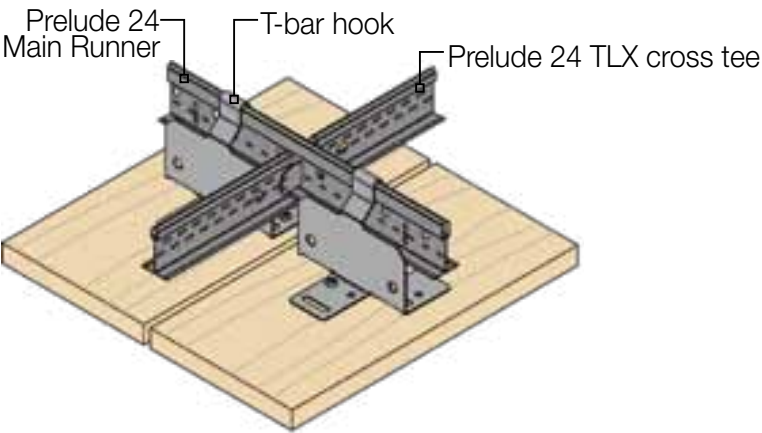
Detail A Concealed Wood panels



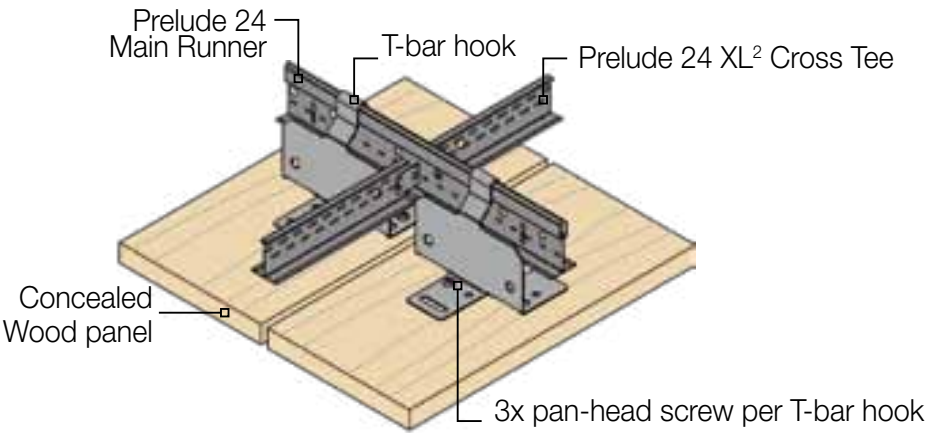
Detail B Security cable



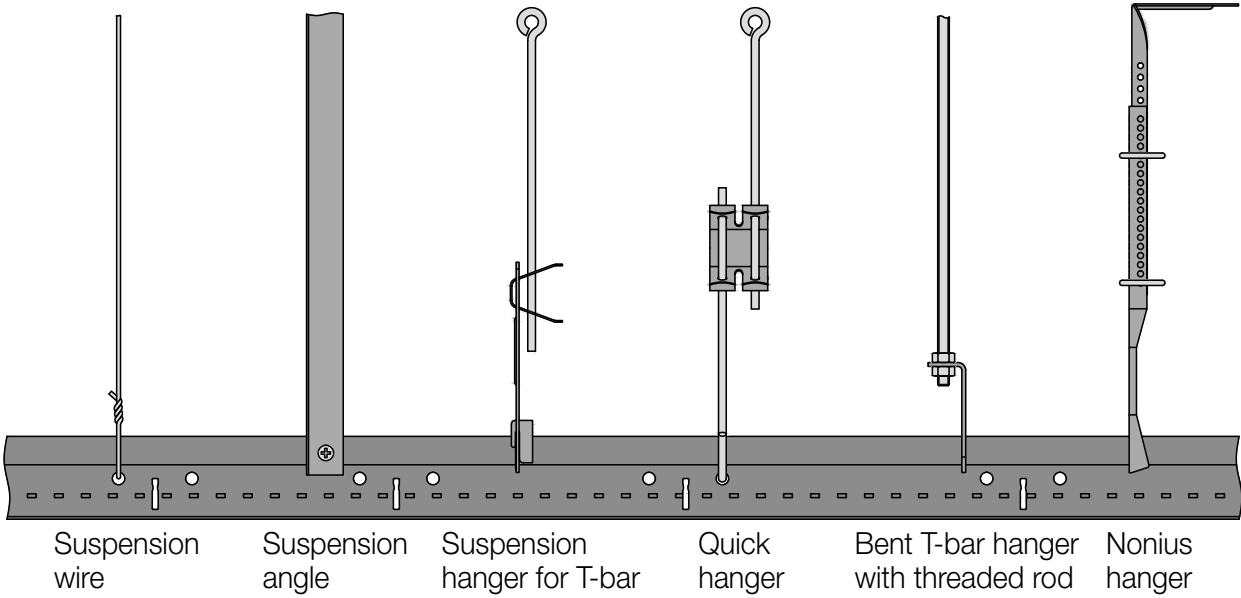
Detail C Prelude 24 TLX grid option



Detail D Prelude 24 XL² grid option



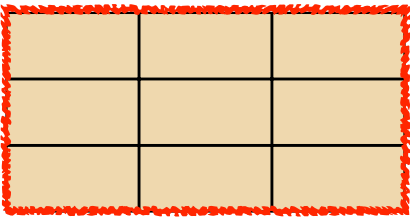
Detail E suspension methods



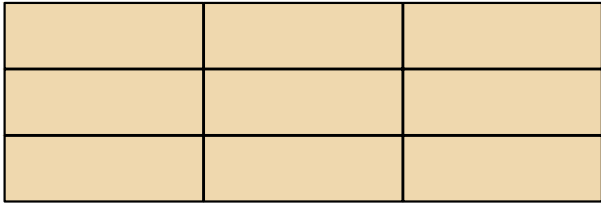
LAYOUTS

Standard layouts

1200 x 600 mm



1800 x 600 mm

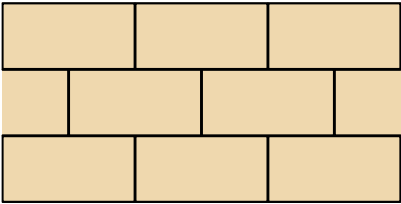


2400 x 600 mm

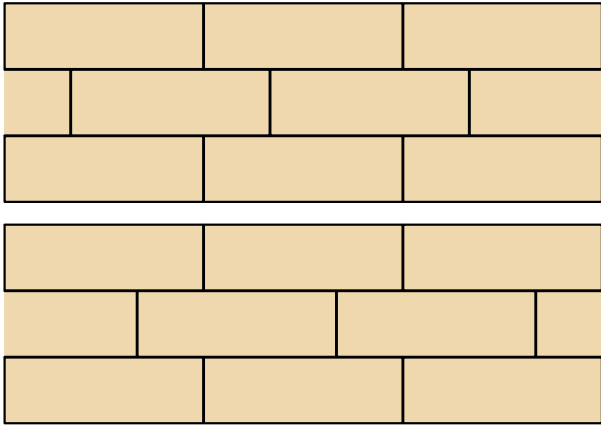


Optional layouts

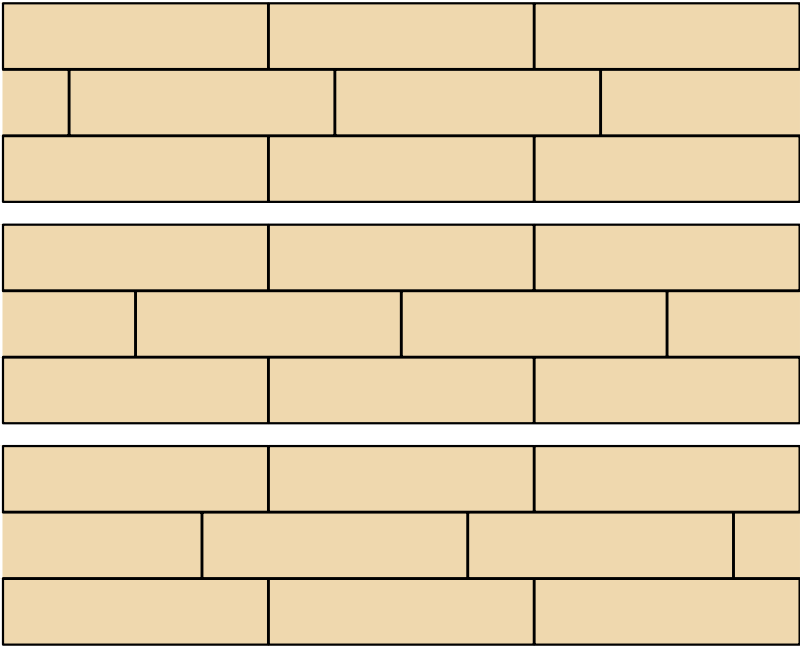
Staggered 1200 x 600 mm



Staggered 1800 x 600 mm

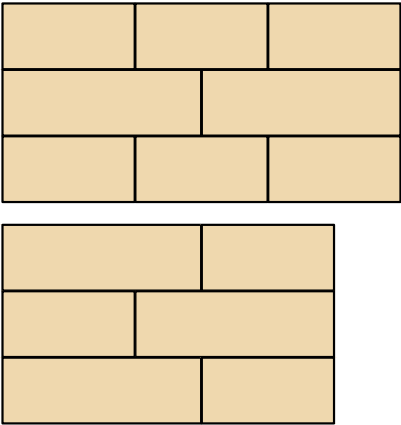


Staggered 2400 x 600 mm

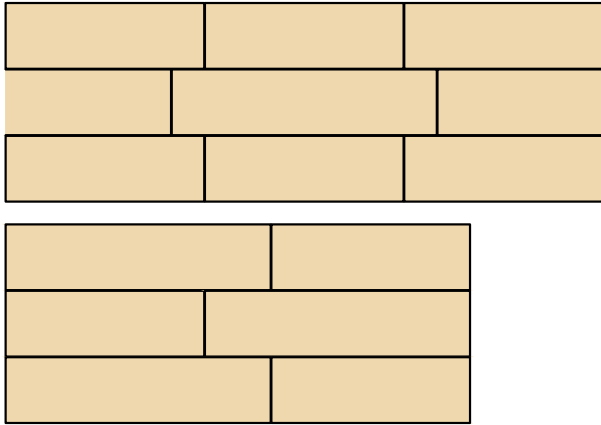


Combined modules

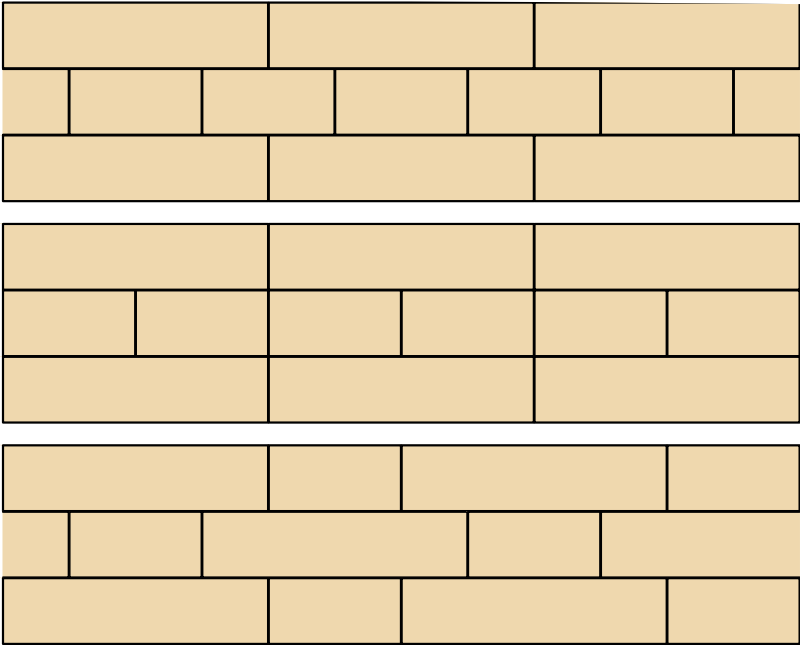
1200 x 600 mm & 1800 x 600 mm



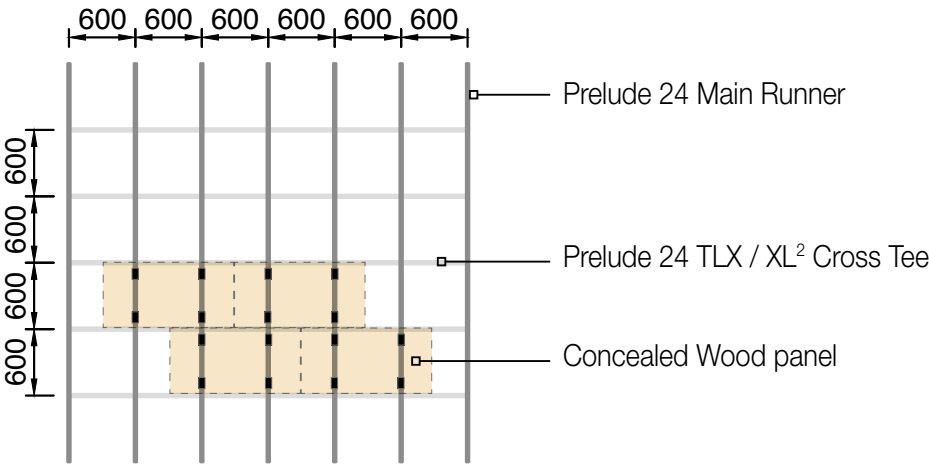
1800 x 600 mm & 2400 x 600 mm



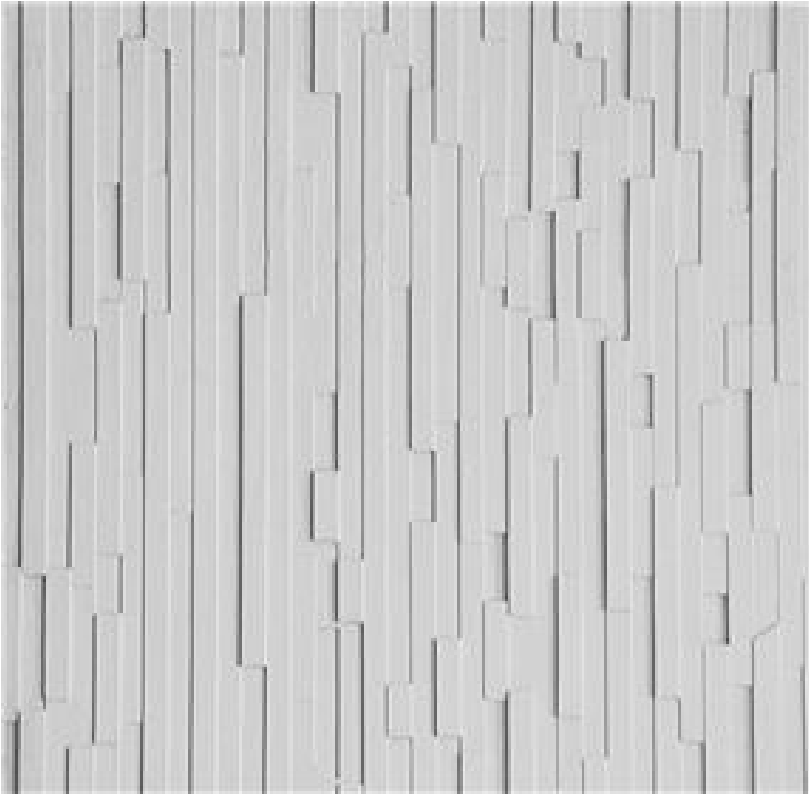
1200 x 600 mm & 2400 x 600 mm



Grid layout



560500 "Barcelona"



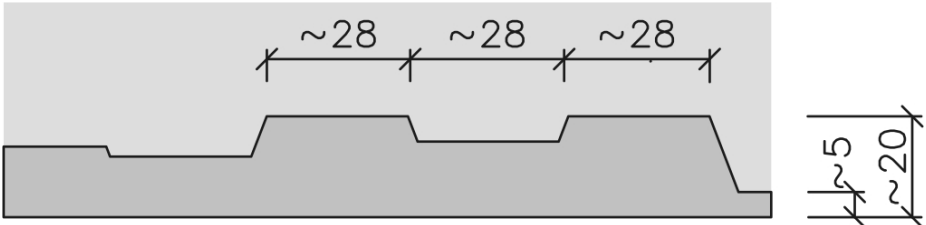
560500 Barcelona

Matafmetingen

A	mm	1000	6000	1600	
B	mm	8500	3000	3600	
Matdikte	mm	~ 20,00			

Maattoleranties

A/B	%	± 1,00
Matdikte	mm	± 2,00
Gewicht	kg/m²	~ 19,00
Shore hardheid A		65-70
Bestand tegen temperatuur	°C	+ 80,00





Eigenschappen

Vezelversterkte kunststof. Een relatief jong materiaal met bijzondere kwaliteiten en nog vele onontgonnen toepassingen. **Wat is precies de kracht van composiet?**

Sterkte

De sterkte van glasvezelcomposieten ligt door de bank genomen tussen die van aluminium en staal. Composiet is een anisotroop materiaal. Dit betekent dat de mechanische eigenschappen kunnen worden aangepast aan de belastingsrichting. Hierdoor kan je optimaal construeren en gewicht besparen.

NAAR BOVEN

Stijfheid

De specifieke buigstijfheid van composiet ligt gemiddeld tussen die van aluminium en staal. Composiet is echter met goedkopere gereedschappen dubbel gekromd te maken, waardoor een hoge buigstijfheid in het product wordt gerealiseerd. Ook is het mogelijk om een sandwich met een kern van schuim te maken, goed voor zeer lichte constructies.

NAAR BOVEN

Dichtheid

De dichtheid van composiet ligt tussen de 1,5 en 2,0 kg per dm³, aanzienlijk lichter dan aluminium (2,7) en staal (7,8). Bij zogenaamde 'specifieke' mechanische eigenschappen worden de eigenschappen gedeeld door de dichtheid. Deze specifieke eigenschappen waarden zijn van belang wanneer gewicht een belangrijke factor is. De specifieke sterkte van hoogwaardige composieten overstijgt die van metaal.

NAAR BOVEN

Impactweerstand

De meeste composieten kunnen veel energie opnemen en zijn daarmee zeer slagvast en impactbestendig. Bestand tegen vandalisme tot kogelvrije constructies.

NAAR BOVEN

Hardheid

Thermohardende kunststoffen zijn harder dan thermoplastische. Door het gebruik van speciale harsen en nabewerking van producten, kan de hardheid nog verder worden verhoogd. De hardheid van staal is over het algemeen nog hoger.

NAAR BOVEN

Milieubelasting

Composietproducten hebben over het algemeen een bijzonder lange levens- en gebruiksduur. Recycling is vooralsnog beperkt mogelijk, omdat tijdens de productie twee materialen met totaal verschillende eigenschappen – vezel en hars – stevig met elkaar worden verbonden. Indien wordt gewerkt met biologische materialen, kan het product na de gebruiksfase als biomassa worden verwerkt. Bij productie in gesloten malsystemen, wordt de uitstoot van oplosmiddelen met 95% verlaagd.

[NAAR BOVEN](#)

UV bestendigheid

Composieten zijn relatief goed bestand tegen UV-belasting vergeleken met andere kunststoffen. Er moeten wel afdoende maatregelen worden getroffen i.v.m. verkleuring. Deze maatregelen zijn afhankelijk van de gebruikte hars/ kunststof. Door de mogelijkheid om diverse UV werende additieven toe te voegen kunnen composieten goed in buitentoepassingen worden gebruikt.

[NAAR BOVEN](#)

Brandveiligheid

De mate van brandveiligheid (brandklasse) is afhankelijk van de soort hars en de soort vezel. Vaak worden toevoegingen gedaan om de brandveiligheid te vergroten. Er zijn hiervoor meerdere opties. Zeer hoge brandveiligheid voor composiet toepassingen is daardoor zeer goed mogelijk in treinen, vliegtuiginterieurs en gevels.

[NAAR BOVEN](#)

Thermische isolatie

Composieten hebben een hoge isolerende waarde (0,174 W/mK). Als sandwichmateriaal wordt gebruikt, zijn zeer hoge U-waardes te behalen.

[NAAR BOVEN](#)

Geur

In het algemeen kan polyester nog een tijd naar styreen, het gebruikte oplosmiddel, ruiken. Doordat NPSP gebruik maakt van gesloten maltechnieken, wordt de geuruitstoot na productie sterk gereduceerd.

[NAAR BOVEN](#)

Kleur

Composietproducten kunnen in alle RAL- en Sikkens-kleuren worden afgewerkt. Met de VA-RTM techniek in dubbele mallen, kunnen beide producthelften in een andere kleur worden uitgevoerd. Dit worden in dezelfde productiegang aangebracht. Ook kunnen producten door en door worden gekleurd, waarbij diepe krassen minder duidelijk zichtbaar zijn in vergelijking met gelakte producten van bijvoorbeeld staal of hout.

[NAAR BOVEN](#)

Akoestisch

Met natuurvezel versterkte composieten, zoals vlas en hennep, hebben uitzonderlijk goede geluidstrillingdempende eigenschappen. NPSP produceert zo onder andere speaker hoorns. Ook wordt natuurvezelcomposiet gebruikt voor in auto-interieurs.

[NAAR BOVEN](#)

Elektromagnetisch

Composiet laat elektromagnetische straling goed door. Vooral natuurvezelversterkte composieten verstoren de straling bijna niet. Dit maakt het bij uitstek geschikt voor onder andere radarbehuizing.

[NAAR BOVEN](#)

Krimp/precisie

De thermische uitzettingscoëfficiënt van composiet is erg laag ($40 \cdot 10^{-6} / K$). De uiteindelijke waarde is afhankelijk van de kwaliteit van de vezel, het soort weefsel en de hechting tussen vezel en matrix.

NAAR BOVEN

Vocht

Composiet is – mits goed geproduceerd en afgewerkt – zeer goed bestand tegen vocht. NPSP maakt er onder andere zeilboten mee. Dit geldt ook voor natuurvezelcomposiet, dat is gebruikt voor de sanitaire units voor Staatsbosbeheer.

NAAR BOVEN

Translucentie

Composiet kan deels doorzichtig blijven, mits een heldere kwaliteit hars, de juiste vezels en een lucht vrije productietechniek worden toegepast. Heldere hars laat de vezel zichtbaar en verstrekt de gewenste uitstraling: speels, chique, robuust of transparant.

NAAR BOVEN

Textuur

Er zijn ontelbare oppervlakte dessins mogelijk. De textuur wordt door middel van matten, hoogwaardig freeswerk of stralen tijdens de productie in de mal aangebracht. Indien met heldere harsen wordt gewerkt, bepalen de vezels en de structuur of de opdruk van het weefsels de uitstraling, en kan het composiet een fraaie diepte krijgen.

NAAR BOVEN

Vormvrijheid

De vormvrijheid van composieten is bijzonder hoog. Ook voor kleine series is al mogelijk om complexe vormen te construeren. De VA-RTM techniek werkt met dunne, vloeibare hars, waardoor lastige, met vezel ingerichte malholten, goed kunnen worden gevuld. Het is daarnaast ook mogelijk om niet-lossende vormen te produceren. In dat geval worden de delen na het lossen uit de mal naadloos aan elkaar gezet en afgewerkt.

NAAR BOVEN

Oplage

NPSP kan produceren in oplagen van één tot enkele duizenden. Relatief lage opstartkosten maken het mogelijk om prototypen en unieke exemplaren op ware grote uit te voeren. Zodra het model aan alle eisen voldoet, wordt de definitieve mal gemaakt en kan de serieproductie van start. Bij grotere oplagen werken we samen met ervaren partners die gebruik maken van aanvullende technieken.

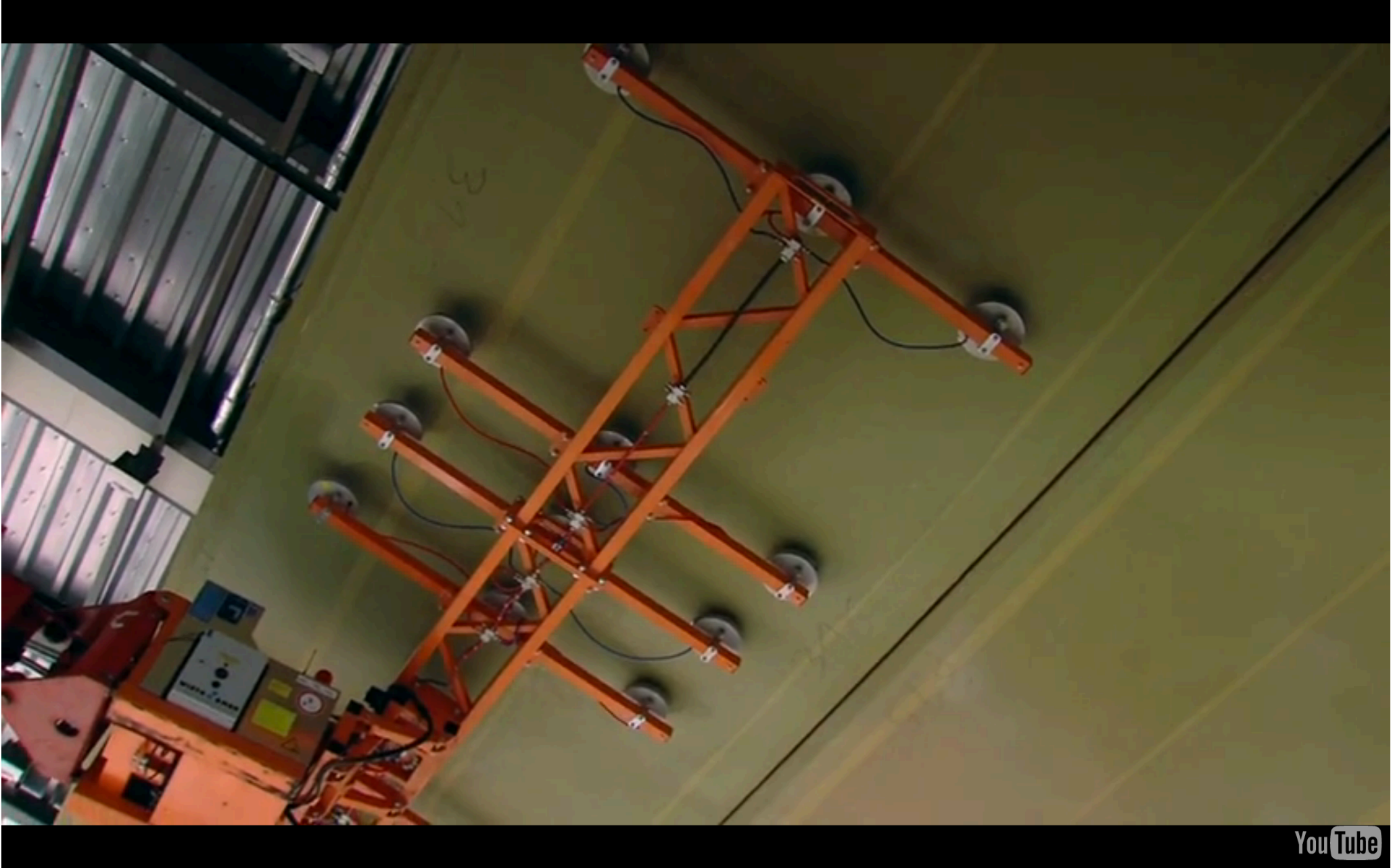














Berekening benodigde hoeveelheid LED strips

	Aula	Ovenruimte***	Koffieruimte			
Minimale hoeveelheid lux*	300	200	300			
Oppervlakte ruimte	240	120	110			
Minimale hoeveelheid lumen*	72000	24000	33000			
Lengte lichtstrepen **	112	35	41			
Berekening lichtstrepen	Plafond: (17+17+6) x 2 Wanden: 8 x 4	Plafond: 13,5 x 2 Wanden: 8 x 1	Plafond: (9,5 + 8) x 2 Wanden: 6 x 1			
Minimaal benodigd aantal lumen / meter ¹	643	686	805			
Type LED strip	TDE Lighttech Flexible LED Gold Line 660	TDE Lighttech Flexible LED Gold Line 660	TDE Lighttech Flexible LED Gold Line 780			
Schatting lichtsterkte verlies	30%	15%	30%			
Aanvullende verlichting in lumen	21600	3600	9900			
Lumen per lichtstreep in plafond / baffles	800	800	800			
Aantal benodigde lichtstrepen in plafond / baffles	27	5	12			
		Gaat niet dus extra sterke lichten toepassen:				
		TDE Lighttech Flexible LED Gold Line 780				
* 1 lux = 1 lumen/meter ²						
** De lengtes van de lichtstrepen worden benut d.m.v. LED verlichting aan te brengen over de gehele lengte						
*** In de ovenruimte zijn geen baffles aanwezig dus de LED strip in de lichtspleet zal sterker worden						

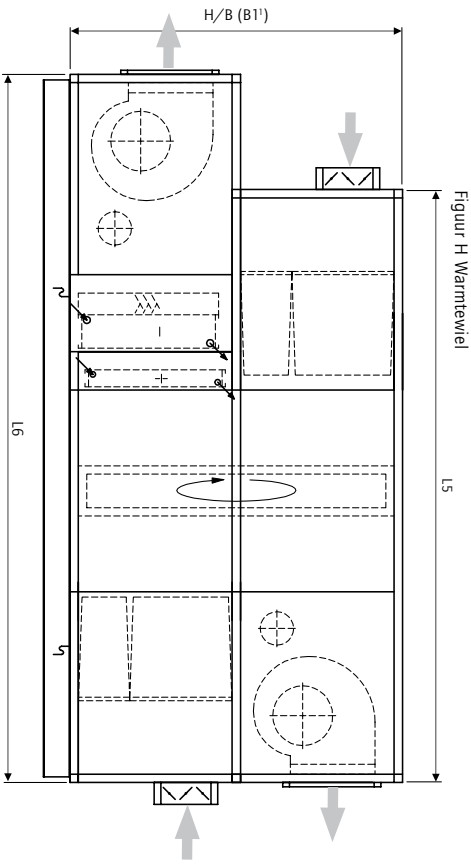
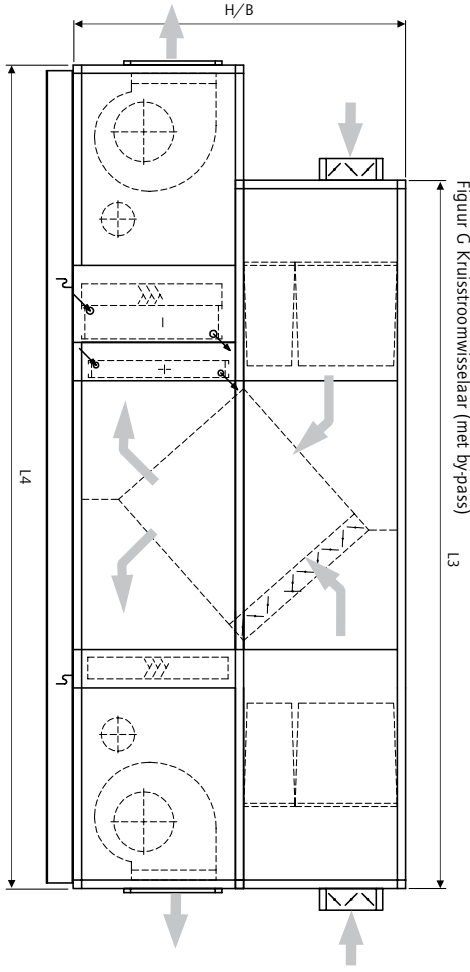
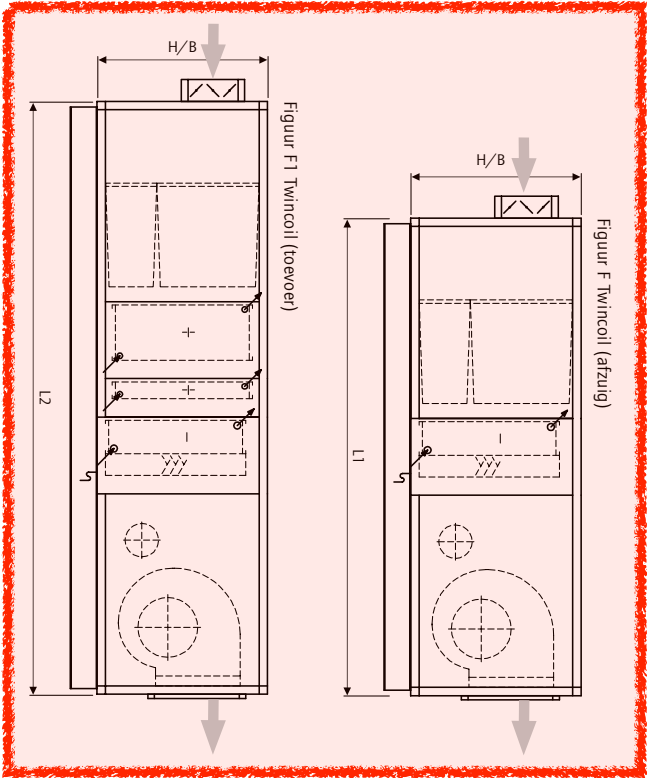


Sterk in **klimaatwerk**

VKT
Luchtbehandelingscentrale



Opstellingsmogelijkheden voor centrales met energierugwinning

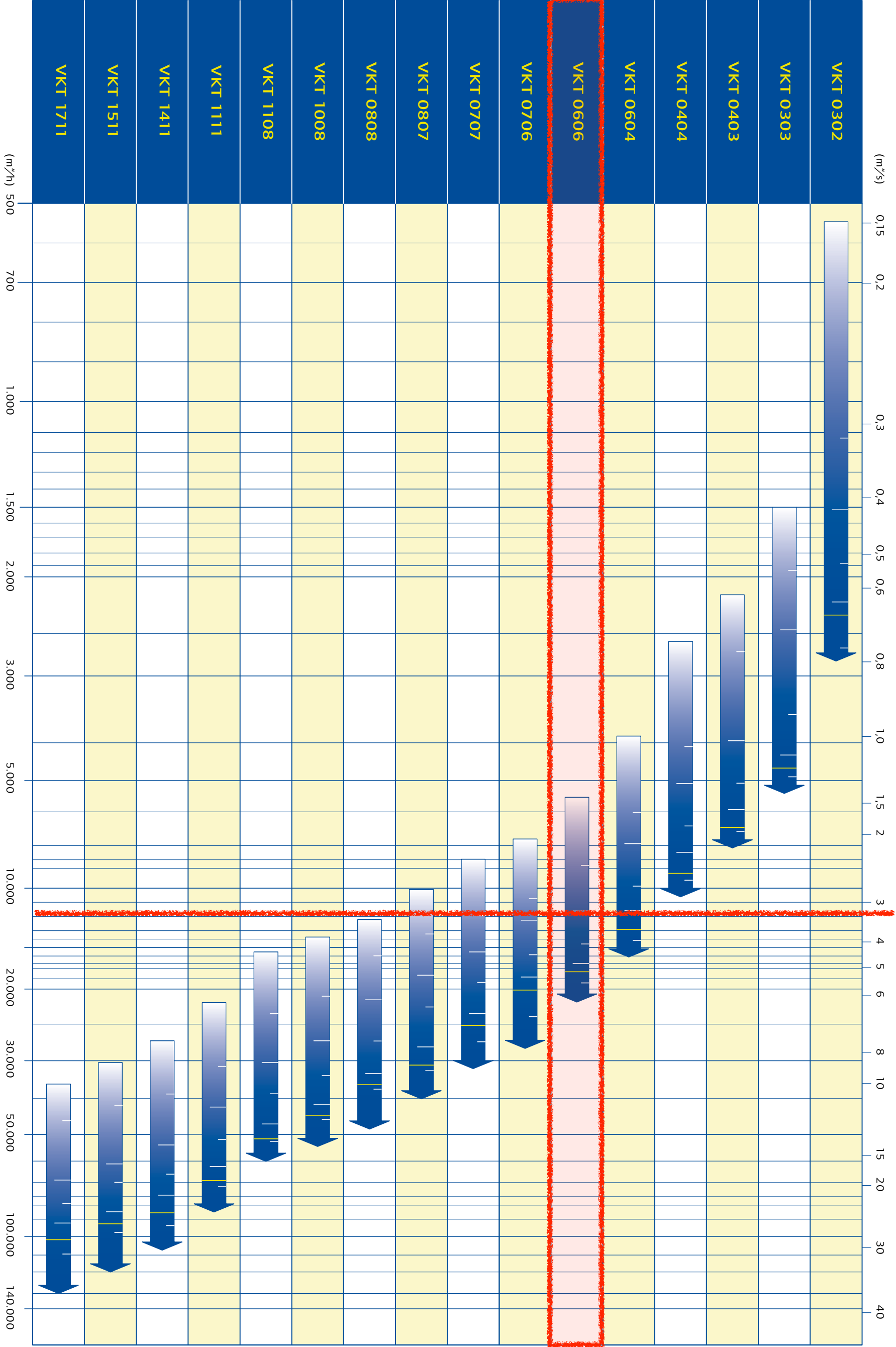
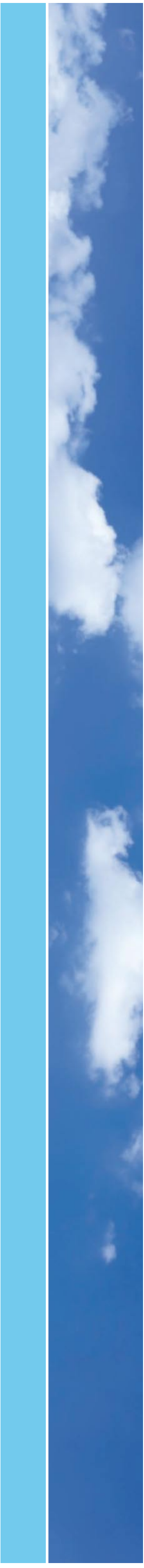


Bij de bepaling van de hoofdafmeting is uitgegaan van de grootst mogelijk in te bouwen ventilator met de ongunstigste uitblaaspositie en een standaard zakkenfilter. Veelal kunnen de luchtbehandelingscentrales korter worden gebouwd dan aangegeven. Voor een nauwkeurigere bepaling van de afmetingen verwijzen wij u naar de hierna volgende maatlinden.

Type	B	H	B1'	H1	L1	G	L2	G	L3	G	L4	G	L5	G	L6	G
	mm	mm	mm	mm	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
VKT 0302	790	560		1.070	2.630	321	3.320	447	3.320	284	3.780	470				
VKT 0303	790	790		1.530	2.860	419	3.550	594	3.550	374	4.470	652				
VKT 0403	1.020	790	1.710	1.530	2.860	483	3.550	688	3.780	430	4.470	749	3.880	755	4.570	960
VKT 0404	1.020	1.020	1.940	1.990	3.090	618	3.780	877	4.240	558	5.390	1.035	4.110	961	4.800	1.220
VKT 0604	1.480	1.020	1.940	1.990	3.090	756	3.780	1.078	4.470	687	5.390	1.127	4.110	1.075	5.030	1.397
VKT 0606	1.480	1.480	2.400	2.910	4.010	1.270	4.700	1.653	5.390	1.030	7.000	2.102	5.030	1.609	6.180	2.045
VKT 0706	1.710	1.480	2.630	2.910	4.010	1.375	4.700	1.851	5.850	1.188	7.460	2.441	5.030	1.817	6.180	2.293
VKT 0707	1.710	1.710	2.860	3.570	4.470	1.751	5.160	2.292	6.310	1.459	7.920	3.086	5.950	2.350	7.100	2.891
VKT 0807	1.940	1.710	3.090	3.570	4.470	2.257	5.160	2.890					5.950	2.902	7.100	3.535
VKT 0808	1.940	1.940	3.320	4.010	4.930	2.620	5.620	3.326					6.410	3.511	7.560	4.217
VKT 1008	2.400	1.940	3.550	4.010	4.700	2.796	5.390	3.600					6.180	3.805	7.560	4.609
VKT 1108	2.630	1.940		4.010	4.700	2.964	5.390	3.815								
VKT 1111	2.630	2.630	4.240	5.390	5.390	3.707	6.080	4.788					6.770	2.650	5.160	5.899
VKT 1411	3.320	2.630	4.700	5.390	6.310	5.208	7.000	6.464					8.020	3.966	6.080	8.162
VKT 1511	3.550	2.630	5.160	5.390	5.160	4.661	5.850	5.956					6.870	3.379	4.930	8.186
VKT 1711	4.010	2.630	5.620	5.390	5.160	5.165	5.850	6.573					6.870	3.763	4.930	9.014

Gewichten zijn indicatief.
1) Breedte ter plaatse van het warmtewiel.

De kasten worden naast elkaar opgesteld, volgens opgave fabrikant is het plaatsen van een warmtewiel tussen het Twincoil afzuig en Twincoil toevoer systeem mogelijk. Zie DO plattegronden voor plaatsing systemen en ingerekende benodigde installatieruimte.



BaOpt: een 'all air'-luchtbehandelingssysteem

Niet-gerichte, diffuse luchtverdeling met regeltechniek

Het 'Bauer Optimierung' (BaOpt) concept berust op een door Albert Bauer (München) ontwikkeld regelalgoritme in combinatie met een luchtbehandelingssysteem. Door het niet-laminaire aanbod van lucht zorgt dit systeem voor een homogene menging van toevoer- en retourlucht, een minimalisering van het energiegebruik en een grotere behaaglijkheid voor de gebruiker. Het principe is ontleend aan natuurlijke luchtmenging zoals zich dit onder andere in de bergen voordoet.

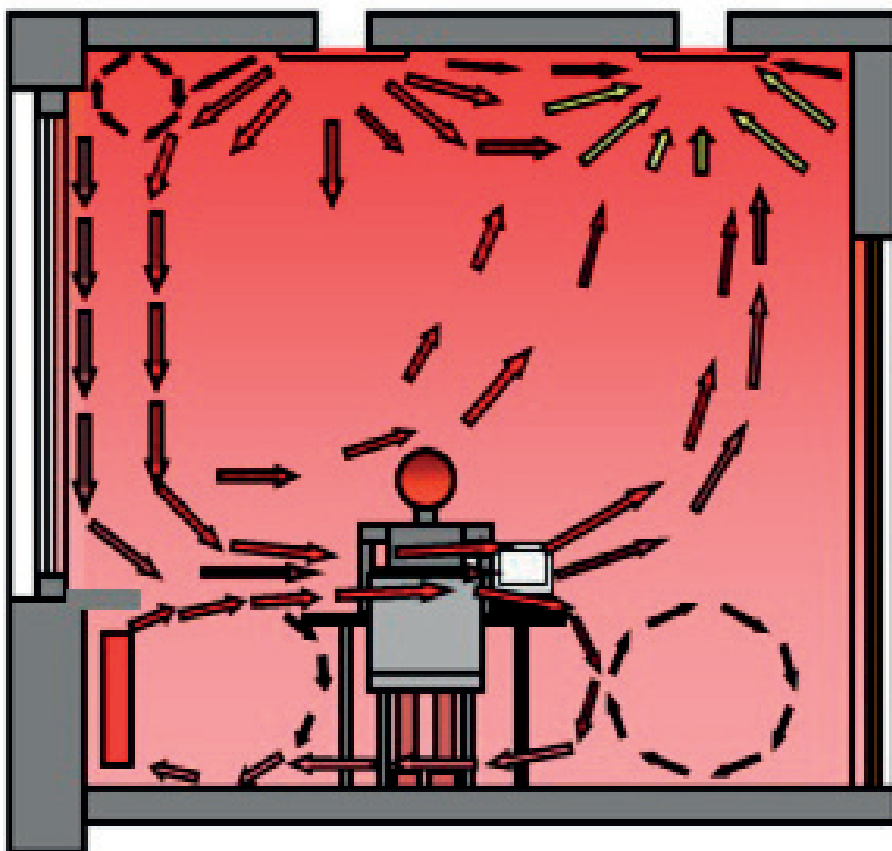
Ing. H.C.P. (Han) van Harderwijk, K & R Consultants, Apeldoorn; met ondersteuning van ing J.N. (Jan) van Dijk, New Climate Solutions, Hazerswoude-Dorp

De kern van dit systeem is dat het 'all air'-luchtbehandeling systeem met behulp van geringe pulserende luchtdrukverschillen een diffuse, niet gerichte beweging van de binnenlucht veroorzaakt, waarbij de meetbare snelheid maximaal 0,2 m/s of minder is, terwijl op

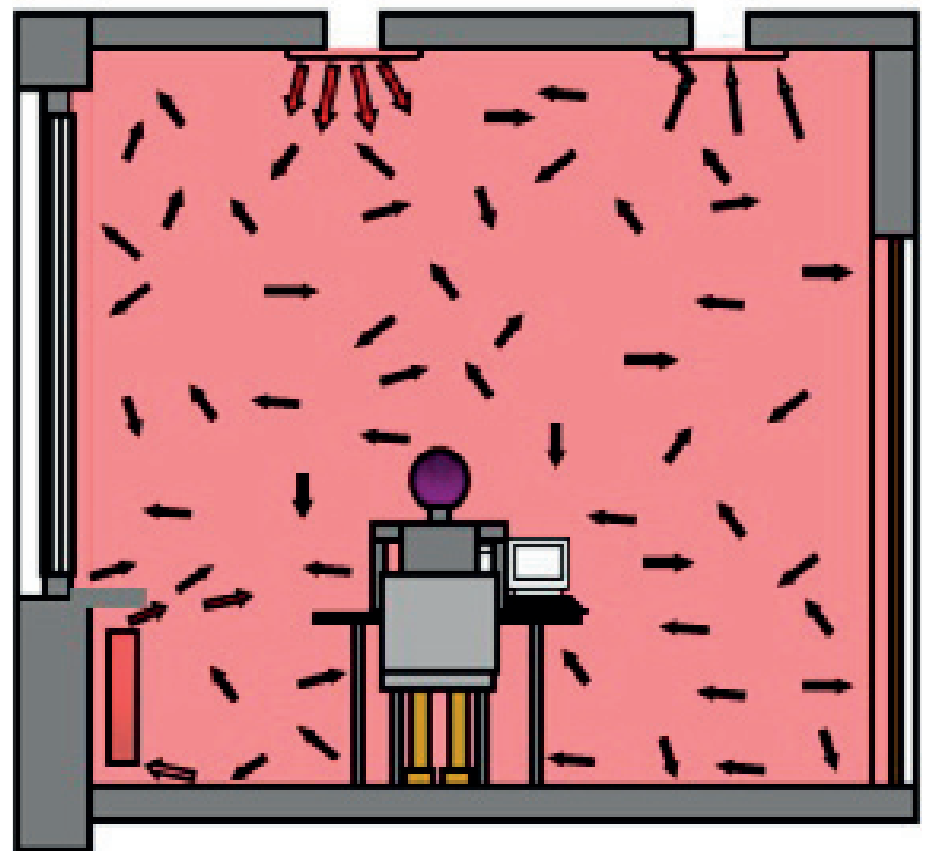
moleculair niveau botsingssnelheden optreden van ongeveer 2 m/s bij de gebruikelijke ruimtetemperaturen. Deze moleculaire beweging verklaart mede waarom geuren zich in een ruimte verspreiden zonder noemenswaardige luchtbeving.

■ DIFFUSE LUCHTSTROMING

Er is sprake van diffuse luchtstroming wanneer de lucht moleculen zich volkomen ongericht in de ruimte bewegen, onafhankelijk van de temperatuur. Figuur 1 schetst het stromingsprofiel in een conventionele situatie. Bij rooktesten



-Figuur 1- conventionele luchtstroming



-Figuur 2- chaotische luchtstroming

ziet men duidelijk gerichte stromingen van de worproosters, de koudeval, warmtelichamen, lampen e.d. Deze al of niet door inductie gerichte luchtstromen nabij ramen of bij het koelen worden frequent als tocht ervaren. In figuur 2 is het stromingsprofiel van een chaotische luchtstroming weergegeven. Te zien is dat lucht zich diffuus beweegt, zowel bij koelen als bij verwarmen. Zaken als koude ramen, warme lampen, obstakels zoals bureaus en (bewegende) mensen hebben hierop geen invloed.

Ook bij hoge ventilatievouden (bijvoorbeeld 10-voudig) blijft dit profiel van diffuse verspreiding gehandhaafd en neemt de waarneembare/meetbare gerichte luchtstroomsnelheid nauwelijks toe ($<0,2$ m/s), terwijl er toch sprake is van meer luchtbewegingen. Bij traditionele luchtsystemen neemt bij toenemende ventilatievoud de luchtbeweging wel toe.

■ OPBOUW

De diffuse luchtstroming wordt opgebouwd door luchtdrukvariaties te realiseren in de orde van grootte van -5 tot $+10$ Pascal tussen de luchtdruk in de ruimte en de buitenluchtdruk. In de aanloopfase worden relatief kort achtereenvolgend (enkel keren per minuut) luchtdruk-‘pulsen’ opgewekt. Wanneer de lucht vol-
doende in beweging is, gaat het systeem over in de onderhoudsstand en worden in de orde van grootte van enkele minuten drukveranderingen aangebracht.

De opstartfase varieert afhankelijk van de omvang en het soort ruimte en het verschil met de gewenste waarde van 15 minuten tot een uur. De luchtdrukvariaties worden gerealiseerd met het moduleren van de toerentallen van de toe- en afvoerventilatoren, soms in combinatie met de motorgestuurde kleppen op de toe- en afvoerkanalen van één of meer ruimten.

Tijdens het ventileren, koelen, verwarmen of recirculeren zal het systeem voortdurend de diffuse luchtstroming onderhouden, zoals gedicteerd door de BaOpt-regelalgoritmen.

■ SPECIFIEKE EIGENSCHAPPEN

De diffuse luchtstroming zorgt voor een snelle en volledige menging van koude en warme lucht, waarbij de horizontale temperatuurgradiënt maximaal 1 Kelvin is. De verticale temperatuurgradiënt is typisch maximaal 1,5 Kelvin per 10 meter hoogte verschil.

Een tweede eigenschap is dat de menging niet wordt gehinderd door obstakels zoals kasten, bureaus en mensen. Zelfs zeer warme lampen verstoren het bewegingspatroon niet.

Een derde opvallende eigenschap is dat zich op wanden, vloeren, plafonds en voorwerpen een stilstaande luchtlaagje van enkele millimeters

vormt. Dit laagje zorgt ervoor dat in de directe nabijheid van het oppervlak, het raam, de vloer, het voorwerp e.d. de ruimtetemperatuur aannemen. Dit zorgt bij ramen en wanden voor een volstrekte afwezigheid van koudeval. Door het ontbreken van deze vorm van koudeval wordt het comfortgevoel verhoogd. Dit spreekt des te meer aan bij zwembaden met raampartijen waarbij de klimaatzone voor behaaglijkheid zich uitstrekt tot ‘tegen’ het raam.

Een vierde eigenschap is dat er geen worp meer is vereist bij het toevoeren van de lucht. Bij het suppleren op leef niveau dient bij BaOpt de worp via hoog inducerende roosters zelfs volledig te worden vermeden. Bij revisieprojecten is het raadzaam een paneel haaks op de toevoer te plaatsen waardoor de luchtsnelheid tot (ver) onder de 1 m/s te wordt teruggebracht. Alleen bij relatief hoge (5 meter of hogere) ruimten en horizontaal luchttoevoer mag de luchtstroom bij een minimaal 6 meter vrije ruimte 4 m/s bedragen. Alles dient erop gericht te zijn om de lucht zonder worp in de leefzone in te brengen. De optimale menging wordt immers via luchtdrukvariaties verkregen.

■ ENERGIEGEBRUIK EN COMFORT

Zoals aangegeven is er voor volledige menging via chaotische luchtstroming geen worp vereist. Dit heeft als consequentie dat de menging ook bij zeer lage luchthoeveelheden optimaal blijft. Aangezien het systeem regelt op ruimtekwaliteit (temperatuur, CO_2 en, indien gewenst, RV), blijkt dat (ook bij revisieprojecten) de luchtbehandelingskast kan worden ‘teruggetoerd’ tot 85-90% van de nominale hoeveelheid, waardoor op elektrische energie voor de ventilatoren gemiddeld ongeveer 50% wordt bespaard.

Het verwarmen is door de diffuse luchtstroming efficiënter: de ruimte wordt homogeen verwarmd, terwijl bij conventionele systemen veel onnuttige warmte hoog in de ruimte aanwezig is. Ook heeft de gebruiker minder snel de neiging om bij conventionele verwarming de regeling hoger te zetten, omdat koudeval en gerichte luchtstromen afwezig zijn. Koelen vindt eveneens efficiënter plaats: in het systeem van diffuse luchtstroming kan kouder worden ingeblazen (vanaf 12°C zonder comfortverlies), zodat de gewenste setpoints zeer snel bereikt kunnen worden. Dit houdt anderzijds in dat met geringere luchtvolumen kan worden gewerkt en geconstrueerd. Opvallend is dat de aanwezige personen de ruimtetemperatuur ongeveer 1 tot 2 K lager inschatten, wat bijdraagt aan het efficiënter koelen.

Gemiddeld genomen blijkt het systeem 20%

zuiniger met verwarming/koelingenergie dan conventionele systemen.

De diffuse luchtstroming in combinatie met het stilstaande luchtlaagje voorkomt koudeval langs ramen en muren volledig. Ook onverwarme vloeren voelen niet meer koud aan. In het leefgebied zijn bovendien geen hogere luchtstroomsnelheden aanwezig, ook niet bij een hoger ventilatievoud. Hierdoor ervaart de gebruiker het op deze wijze geregelde binnenklimaat als zeer comfortabel.

■ MEERDERE RUIMTEN

Het is mogelijk om in gebouwen met vele tientallen afzonderlijke ruimten diffuse luchtstroming(en) te creëren. Hiervoor komen twee manieren in aanmerking.

De eerste manier is dat iedere ruimte een afzonderlijke drukzone vormt met a. een eigen toe- en afvoer, b. een druksensor, c. een CO_2 -sensor en d. een temperatuursensor. In dit geval wordt iedere ruimte volledig onafhankelijk gestuurd. Mochten er deuren naar verschillende ruimten openstaan, dan zal het systeem deze gekoppelde ruimte als één drukzone gaan beschouwen.

De tweede manier is dat er clusters van ruimten (bijvoorbeeld kantoren of klaslokalen) worden gevormd die gezamenlijk een drukzone vormen via overstroomroosters naar de gang. Iedere ruimte heeft dan wel zijn eigen toevoerkanaal en temperatuur/ CO_2 -opnemer, maar er is slechts één centrale drukopnemer op de gang voor die zone. Als in één ruimte de ramen en deuren naar buiten openstaan, dan zal dit zowel de diffuse luchtstroming beïnvloeden van de eigen ruimte alsmede van de andere ruimten. Deze ruimten zijn immers luchttechnisch aan elkaar gekoppeld.

Indien buitenramen en buitendeuren langere tijd (>15 min) geopend blijven, zal de diffuse luchtstroming verdwijnen. De sturing vindt nog steeds plaats op CO_2 en temperatuur, maar de homogeniteit verdwijnt.

■ TECHNISCHE VOORWAARDEN

Installatietechnisch gezien is een belangrijke voorwaarde dat de ventilatoren (toe- en afvoer) van de luchtbehandelingskast(en) zijn voorzien van frequentie-rotatieregeling. Bij meerdere individueel te sturen ruimten op één luchtbehandelingskast dienen voor elke ruimte toevoer- en afvoerkleppen (luchtdichtheidsklasse 3) te zijn opgenomen, die van 0-10 V servomotoren zijn voorzien. Per ruimte dient een CO_2 - en temperatuursensor en optioneel een RV-sensor te worden opgenomen. Het is zeer goed mogelijk om in één gebouw zowel ruimten met chaotische als conventionele luchtbehandeling te combineren. Beide delen dienen wel luchttechnisch van elkaar

gescheiden te worden.

Beide systemen kunnen op gebouwbeheer-niveau gekoppeld worden via BACNet Of ModBus , zodat de gebruiker compleet toegang tot de installaties en instellingen van het gebouw heeft. Let wel: het aantal rekenbewerkingen van de nieuw te installeren regelapparatuur bedraagt tenminste het 40-voudige van een standaard regeling.

Bij nieuw te ontwerpen klimaatinstallaties is er een keuze tussen één toevoer (met evt. naverwarmers/nakoelers) en een dubbel toevoer-kanaalsysteem, waarbij de toevoer in twee derde/één derde wordt gesplitst voor respectievelijk koelen en verwarmen, zodat twee temperatuurniveaus gecreëerd worden voor elke ruimte. De (individuele) regeling kiest welk kanaal verwarmde of gekoelde lucht suppleert. Dit resulteert in een optimale benutting van energie en een optimaal comfort. In beide varianten vindt zonering plaats via regelkleppen.

Bij ombouw van bestaande installaties worden zoveel mogelijk bestaande componenten (luchtbehandelingskast, kanalen, opnemers, roosters) hergebruikt, uiteraard met uitzondering van de regeltechniek.

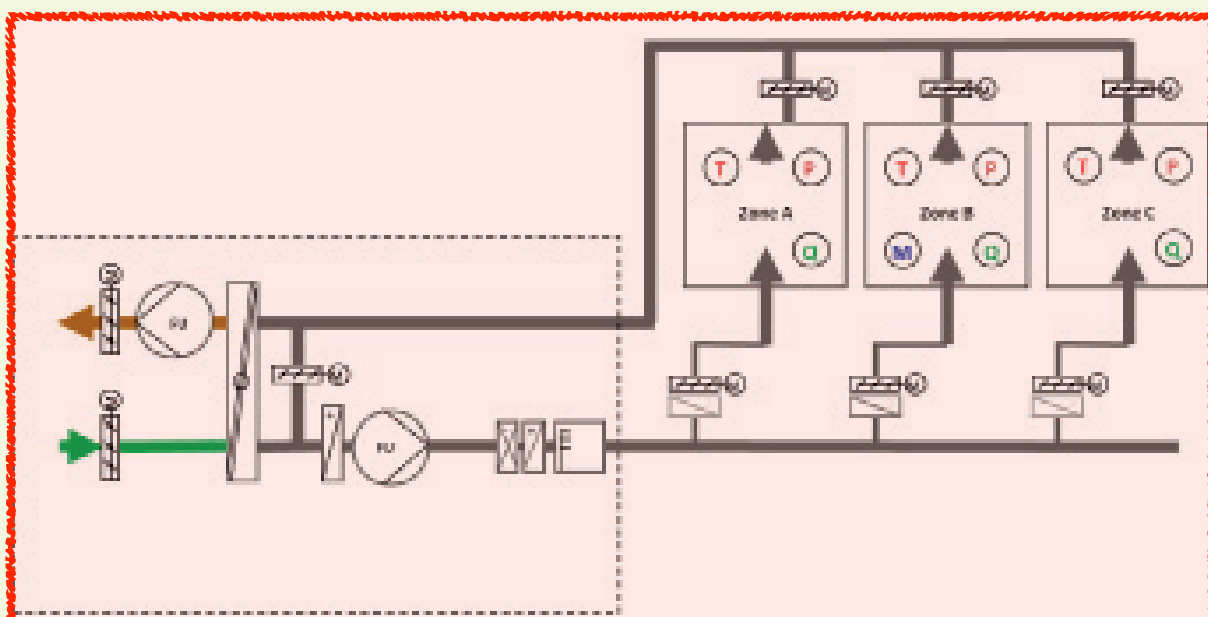
Vanwege het 'all air'-principe zijn geen radiatoren, koelplafonds, betonkernactivering, VAV-regeling etc. nodig (een adequaat ventilatievoud van 2 op basis van de vereiste hoeveelheid buitenlucht volstaat voor verwarming; een ventilatievoud van 3 tot 4 dekt de koellast).

■ BOUWKUNDIGE GEVOLGEN

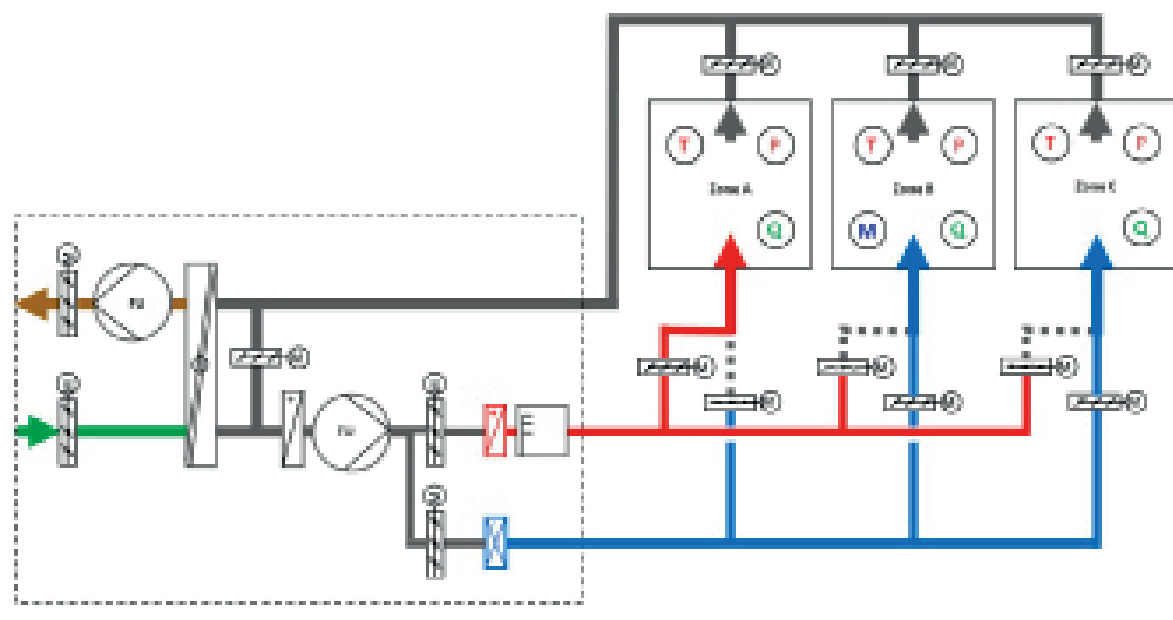
De meest in het oog springende gevolgen van het toepassen van diffuse luchtstroming op basis van . luchtdrukverschillen is de mogelijkheid om de verdeelkanalen in een ruimte achterwege te laten. Dit is echter geen vereiste. In bestaande panden (retrofit) blijft de kanaalinfrastuctuur doorgaans ongewijzigd (zie foto's ter verduidelijking).

Per ruimte is slechts één temperatuursensor, één CO₂-opnemer en, indien gewenst, één RV-opnemer vereist. De plaats daarvan is niet kritisch, omdat de gehele ruimte homogeen van lucht wordt voorzien. Wel dient men zich te realiseren dat het beschreven dunne luchtlaagje langs wanden en glas als isolator optreedt.

Daar de kern van het systeem berust op luchtdrukverschillen tussen binnen en buiten is de luchtdichtheid van de schil een punt van aandacht (dichte doos). De BaOpt-regeltechniek werkt in het gebied van -5 Pa tot +10 Pa luchtdrukverschil tussen binnen en buiten. Het gemiddelde ligt tussen +1 en +3 Pascal. Een gebouw dat volgens het bouwbesluit kierdicht is, is meer dan dicht genoeg voor het



Figuur 3- Standaard uitvoering



-Figuur 4- Dual duct uitvoering

systeem van luchtdruksturing. Ook in minder dichte gebouwen, zoals een monumentale kerk, functioneert het systeem van diffuse luchtstroming uitstekend. Met een afnemende dichtheid van het gebouw neemt uiteraard wel de energie efficiëntie af.

Praktisch gesteld kan met een luchthoeveelheid van 10.000 m³/h een permanent gat van 2 m² gecompenseerd worden, waarbij de diffuse luchtverdeling nog steeds kan functioneren.

■ BELANGRIJKE AANDACHTSPUNTEN

Tochtgevoeligheid

Het systeem functioneert op basis van gemeten luchtdrukverschillen tussen buiten en binnen. Openingen aan weerskanten van het gebouw (sterke tocht) kan de opgebouwde luchtverdeling zeer snel afbreken. Het vraagt dan enige tijd voordat de regeling opnieuw optimaal functioneert. Hiermee dient in de planning rekening gehouden te worden.

Brandveiligheid

Bij chaotische luchtverdeling mengt de lucht

zich volledig. Dit is in het geval van brand/rookontwikkeling niet gewenst. Door het brandmeldsysteem te koppelen aan de BaOpt-regeltechniek zal bij een rook/brandmelding de diffuse suppletie snel worden afgebouwd. Dit vraagt, afhankelijk van de ruimte-omvang, meerdere seconden tot enkele minuten. Voor de brandveiligheid dient een berekening gemaakt te worden van de vluchttijd bij volledige menging. In de praktijk leidt dit zelden tot problemen.

Gesloten deuren/ramen

Een optimale werking van het systeem berust op het principe van een gesloten ruimte. Er zal de gebruikers op gewezen moeten worden dat het binnenklimaat veel beter te handhaven is als men deuren en ramen gesloten houdt. Indien gebruikers toch ramen en deuren openen dan merkt het systeem snel dat er geen verschil meer kan worden gemaakt tussen binnen- en buitenluchtdruk. Er zal toch getracht worden de gewenste druktoestand te continueren door meer lucht toe te voeren. Met het plaatsen van raamcontacten kan

meteen duidelijk gemaakt worden dat een raam open staat (GBS!).

In de situatie van verlies van drukverschil kan het systeem op twee manieren worden geprogrammeerd: Allereerst kan op basis van CO₂ en temperatuur (conventioneel) blijvend worden ingeblazen. De diffuse luchtbeweging is dan onderbroken en gerichte luchtstromingen kunnen gaan optreden. Een tweede manier is om het systeem tijdelijk uit te schakelen. Het blijft wel continu onderzoeken of de luchtdruk-situatie zich herstelt.

Demarcatie

Het BaOpt-systeem is niet of minder geschikt voor clean rooms en soortgelijke ruimten; idem voor ruimten waardoorheen continu buitenlucht kan stromen (zoals docks). Ook voor kleine gebouwen (woonhuizen etc.) is het minder geschikt, vanwege het kostenaandeel. Kortom: wanneer geen variabele druksturing mogelijk is, werkt het systeem niet dan wel onvoldoende, evenals bij het gedeeltelijk toepassen van het systeem op een luchtbehandelingskast in combinatie met conventionele sturing.

EPG

De aanpassing van BaOpt op de EPG-berekening omvat het volgende:

De Rc-waarde kan opnieuw berekend worden met de gewijzigde conditie aan de binnenzijde van de wanden + glas.

Voor de ventilatie geldt:

- het ventilatiesysteem is 'mechanische toevoer, mechanische afvoer';
- de variant is 'CO₂ met zonering';
- de berekende, vereiste hoeveelheid lucht moet worden ingevuld;
- terugregeling > 20%
- type warmtewisselaar (bijvoorbeeld kruisstroom);
- rekenzone: verwarming en koeling in luchtbehandelingskast.

SAMENVATTING

Het systeem van chaotische luchtstroming is toepasbaar in vrijwel alle situaties en ontwerpen, zowel nieuwbouw als ombouw. Het binnenklimaat heeft een hoge behaaglijkheidsfactor (lage luchtstroomsnelheid van 0,05 tot 0,1 m/s) en het energiegebruik is minimaal 25% gunstiger dan bij de standaard installaties.

Elke klimaatinstallatie is uniek; daarom dient elk ontwerp en elke ombouw op zijn eigen merites te worden beoordeeld. Bij het toepassen van het systeem met individuele ruimteregeling liggen de investeringskosten op het zelfde niveau tot mogelijk 20% lager dan bij een (statisch) klimaatstelsel voor verwarmen, koelen en CO₂-beheersing.

Met de mogelijkheid om bestaande gebouwen te modificeren met een terugverdientijd van

ongeveer 2 tot 5 jaar dient rekening te worden gehouden.

VOORBEELDPROJECTEN

Theater Het Speelhuis, Helmond

Na de brand in het theater Het Speelhuis werd besloten om dit theater gedurende minimaal vijf jaar onder te brengen in de monumentale Onze Lieve Vrouwen Kerk. CePeZed Architecten maakten het ontwerp. Om een uitstekend binnenklimaat te realiseren tegen beperkte kosten werd gekozen voor het BaOpt-systeem. Met één gesplitste luchttoevoer onder het toneel en één retourluchtopening in de toneelruimte wordt de gehele kerk (toneelruimte, podium, tribune, balkon en foyer) klachtenvrij en zeer efficiënt geklimatiseerd. Het verschil tussen zaal- en balkontemperatuur is minder dan 1K.

Sportcentrum de Kalkwijck, Hoogezand

In dit Hoogezandse sportcentrum (zwem en sporthal) is de regeltechniek vervangen door BaOpt. Hierdoor nam het comfort toe terwijl er minder energie wordt gebruikt. In tweede instantie is ook het complete luchttoevoer/verdeelkanaal verwijderd, omdat de ophangingen toe waren aan vervanging. Het comfort bleef op een hoog niveau. De energiebesparing is door de beheerder geschat op 25%.

Basisschool It Tredde Ste, Jirnsum

In deze nieuwbouwschool is een BaOpt 2-kanaalsysteem toegepast. De gebruikers zijn uitermate tevreden over het binnenklimaat, terwijl de stichtingskosten lager waren.

Neues Flora Theater, Hamburg Altona

Dit theater, onderdeel van Joop van den Ende Productions, heeft een lucht/regeltechnische renovatie ondergaan vanwege de gebrekkige klimaatbeheersing: de gestelde parameters werden niet, te laat of onvoldoende gehaald. Op verzoek van de opdrachtgever bleef de bestaande klimaatinstallatie geheel functioneel.

BaOpt heeft als experiment een geheel gescheiden regelkast ter beschikking gesteld met een omschakelknop naar de bestaande installatie. Sinds de in bedrijfstelling en inregeling op basis van BaOpt is er geen groter temperatuurverschil tussen vloer en schellinkje opgetreden dan 1 K en zijn er geen tochtklachten meer geuit.

Daarnaast bleek het verschil tussen de luchtstroom voor zaal en podium verdwenen te zijn. De voor sommige shows onontbeerlijke mist/rookpluimen worden nu niet meer afgebogen of ongewild verspreid. Het hele gebied binnen de theaterschil (foyer uitgesloten) vertoont een uniforme temperatuur bij een tenminste 20% gunstiger energiegebruik.



Schatting nagalmtije

[illegible]

