

ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Ermächtigt und benannt gemäß
Artikel 29 der EU-Verordnung Nr.
305/2011 des Europäischen
Parlaments und des Rates vom 9.
März 2011

MITGLIED DER
EOTA

[Logo EOTA-
Danmark]

[Logo ETA-Danmark]

Europäische Technische Bewertung ETA-17/0467 vom 28. Januar 2019

I Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung gemäß Artikel 29 der EU-Verordnung Nr. 305/2011 ausstellt:

ETA-Danmark A/S

Handelsname des Bauprodukts:

VELUX Modular Skylights Typ Uni HVC und HFC

Produktfamilie, zu der das Bauprodukt gehört:

Selbsttragendes Sattel-Lichtband

Hersteller:

VELUX A/S
Ådalsvej 99
DK-2970 Hørsholm
Tel. +45 45 16 40 00
Internet www.velux.com

Herstellungsbetrieb:

VELUX A/S

Diese Europäische Technische Bewertung enthält:

27 Seiten, davon 6 Anhänge, die fester Bestandteil dieser Bewertung sind

Diese Europäische Technische Bewertung wird ausgestellt gemäß der EU-Verordnung Nr. 305/2011 auf der Grundlage von:

EAD 220013-01-0401 – Selbsttragendes Sattel-Lichtband

Diese Fassung ersetzt:

Die ETA-Bewertung mit gleicher Nummer vom 23. Januar 2018

Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig wiedergegeben werden (mit Ausnahme des bzw. der o. g. vertraulichen Anhangs bzw. Anhänge). Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

II BESONDERER TEIL DER EUROPÄISCHEN TECHNISCHEN BEWERTUNG

1 Technische Beschreibung des Produkts und Verwendungszweck

Technische Beschreibung des Produkts

Das selbsttragende Sattel-Lichtband besteht aus zwei Dachfenstern (zu öffnend bzw. feststehend), die jeweils eine CE-Kennzeichnung gemäß EN 14351-1:2006+A2:2016 aufweisen. Die beiden Fenster sind am oberen Rand mechanisch miteinander verbunden.

Die Dachfenster werden mit identischer Rahmenbreite geliefert. Zu öffnende und feststehende Dachfenster sind dabei kombinierbar. Die Sets sind kombinierbar.

Ein Set trägt nicht zur Steifigkeit des Dachs bei (Tragfähigkeit).

Der Winkel zwischen den beiden Dachfenstern kann $70^\circ - 130^\circ$ betragen.

Für die Profile von Rahmen und Fensterflügel werden pultrudierte Profile, bestehend aus 70 % – 80 % Glasfaser und 30 % – 20 % Polyurethanharz (Massenanteil), eingesetzt. Die Dichte beträgt $1.800 - 2.200 \text{ kg/m}^3$. Die Rahmenprofile der feststehenden Dachfenster sind identisch. Die Rahmenprofile der zu öffnenden Dachfenster sind wie die Fensterflügelprofile identisch.

Die Querschnitte der Profile sind aus Anhang C ersichtlich.

Die zu öffnenden Dachfenster sind mit einem elektrischen Antrieb ausgestattet. Die Maximalöffnung beträgt 321 – 700 mm, je nach Fenstergröße. Die Profiloberflächen werden mit einer UV-Schutzbeschichtung behandelt.

Die mechanischen Komponenten (Beschläge und Lager) bestehen aus Stahl EN 10149-2 S355MC, Bolzen bestehen aus Stahl 8.8 gemäß EN ISO 898-1:2013

Bei der Verglasung handelt es sich um eine 2- bzw. 3-Scheiben-Isolierverglasungseinheit.

Anhang B enthält ein Beispiel für ein Set.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Zweck des selbsttragenden Sattel-Lichtbands ist es, für Belüftung bzw. Wetterschutz und Tageslichtversorgung in einem (teilweise) umschlossenen Gebäude oder Raum zu sorgen.

Das statische System des selbsttragenden Sattel-Lichtbands wird in Anhang A beschrieben.

Die berechnete Kenntragfähigkeit typischer Anwendungen ist in Anhang E angegeben, ohne Berücksichtigung nationaler Teilsicherheitsbeiwerte oder Verstärkungs- und Minderungsfaktoren (Dauer, Alterung/Umwelt, Temperatur).

Die Hinweise in dieser Europäischen Technischen Bewertung basieren auf einer geplanten Lebensdauer des selbsttragenden Sattel-Lichtbands von VELUX von 25 Jahren.

Angaben zur Lebensdauer stellen keine Garantie seitens des Herstellers oder der Bewertungsstelle dar, sondern sollen eine Hilfestellung bei der Auswahl des richtigen Produkts in Bezug auf die zu erwartende wirtschaftlich sinnvolle Lebensdauer geben.

3 Leistung des Produkts und Angaben zu den Methoden seiner Bewertung

Kennmerkmale	Bewertung von Kennmerkmalen
3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR1)	
Tragfähigkeit des Sets (ausgenommen Verglasung)	Vgl. Anhang D und E
Tragfähigkeit der Verglasung:	
- Widerstandsfähigkeit gegen Windlast	Vgl. Anhang F
- Widerstand gegen Schneelast und Dauerbelastung:	Vgl. Anhang F
3.2 Brandschutz (BWR2)	
Brandverhalten (mechanische Komponenten)	Die aus Stahl gefertigten Komponenten sind klassifiziert als Euroclass A1 nach EN 13501-1 und der von der Kommission delegierten Verordnung 2016/364 sowie der EG-Entscheidung 96/603/EG, aktualisiert durch EG-Entscheidung 2000/605/EG
Brandverhalten (Profile)	Vgl. Anhang F
Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen	Vgl. Anhang F
3.3 Hygiene, Gesundheit und Umwelt (BWR3)	
Inhalt und Emission bzw. Freisetzung von Gefahrstoffen	Das Produkt enthält keine Gefahrstoffe nach TR 034 vom März 2012 *) oder setzt diese frei.
Schlagregendichtheit	Vgl. Anhang F
3.4 Sicherheit und Barrierefreiheit (BWR4)	
Stoßfestigkeit	Vgl. Anhang F
Tragfähigkeit der Sicherheitsvorrichtungen	Vgl. Anhang F
3.5 Lärmschutz (BWR5)	
Akustische Leistung	Vgl. Anhang F
3.6 Energieeinsparung und Wärmerückhaltevermögen (BWR6)	
Wärmedurchgangskoeffizient	Vgl. Anhang F
Strahlungseigenschaften	Vgl. Anhang F
Luftdichtheitsklasse	Vgl. Anhang F
Haltbarkeit	Vgl. Anhang F

*) Neben den spezifischen Bestimmungen zu Gefahrstoffen in dieser Europäischen Technischen Bewertung können auch andere Richtlinien für die Produkte gelten (z. B. umgesetzte europäische und nationale Gesetze, Verordnungen und Verwaltungsvorschriften). Um die Bestimmungen der Bauprodukteverordnung zu erfüllen, sind auch diese Richtlinien im Gültigkeitsfalle einzuhalten.

4 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)

4.1 AVCP-System

Gemäß Entscheidung 98/600/EC und 98/436/EC der Europäischen Kommission¹, in der jeweils gültigen Fassung, ist das System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit 3 gekennzeichnet (vgl. Anhang V der EU-Verordnung Nr. 305/2011).

5 Notwendige technische Details für die Implementierung des AVCP-Systems gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Die notwendigen technischen Details für die Implementierung des AVCP-Systems wurden vor der CE-Kennzeichnung im Kontrollplan von ETA-Danmark hinterlegt.

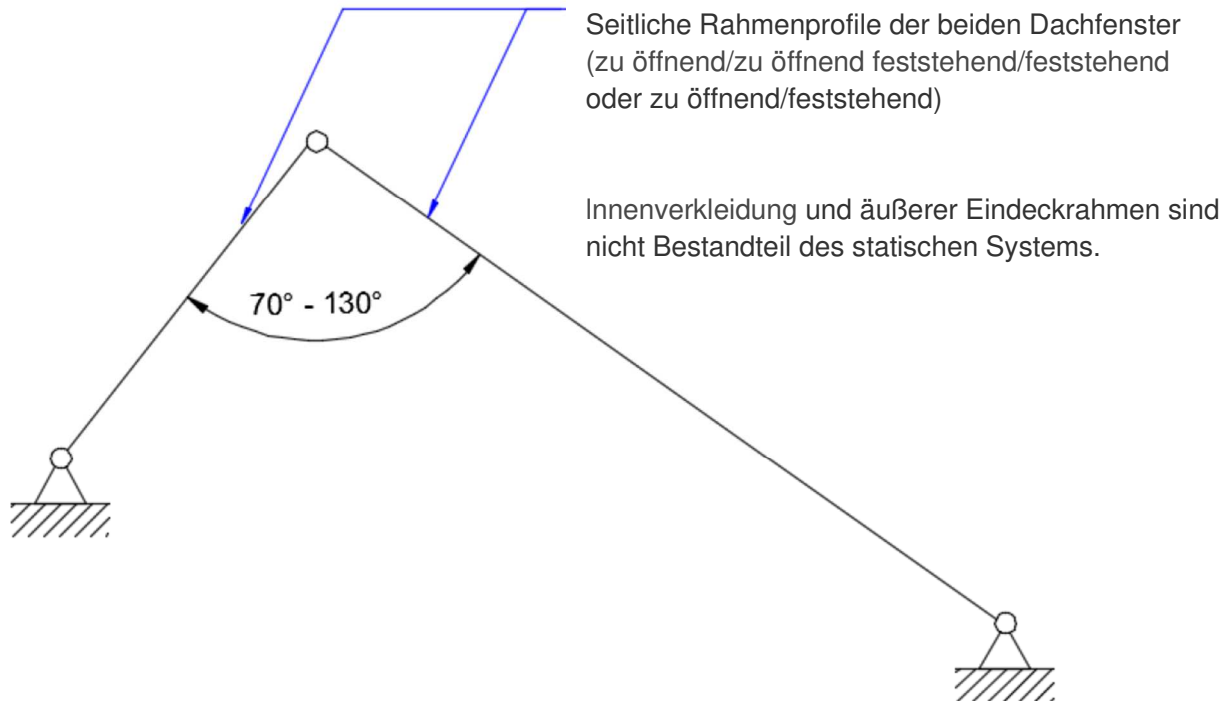
Ausgestellt in Kopenhagen am 28. Januar
2019 von

[Unterschrift unleserlich]

Thomas Bruun
Geschäftsführer, ETA-Danmark

ANHANG A

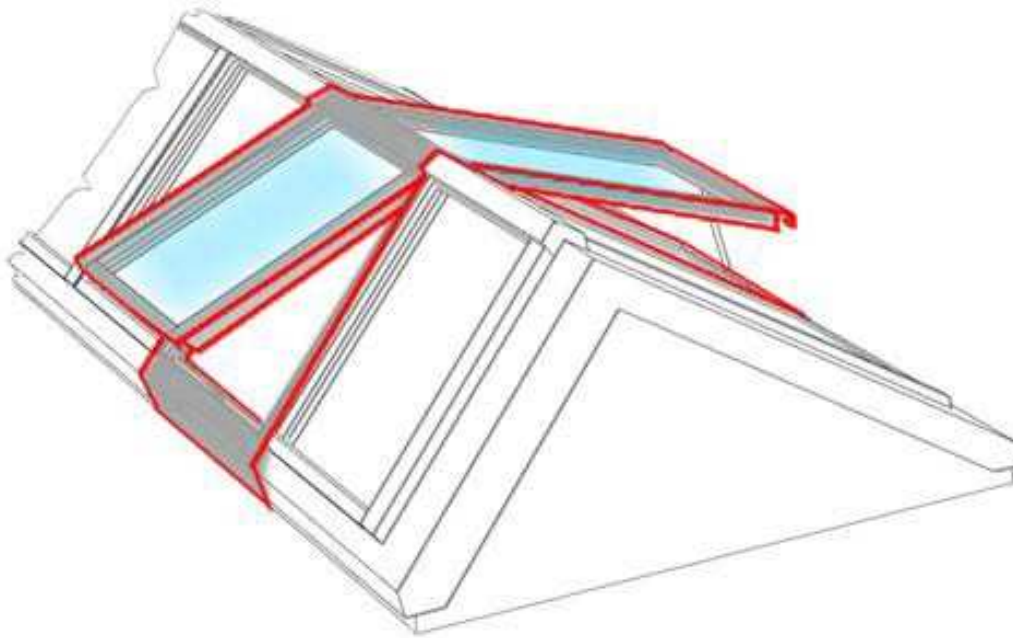
Das statische System des Sets



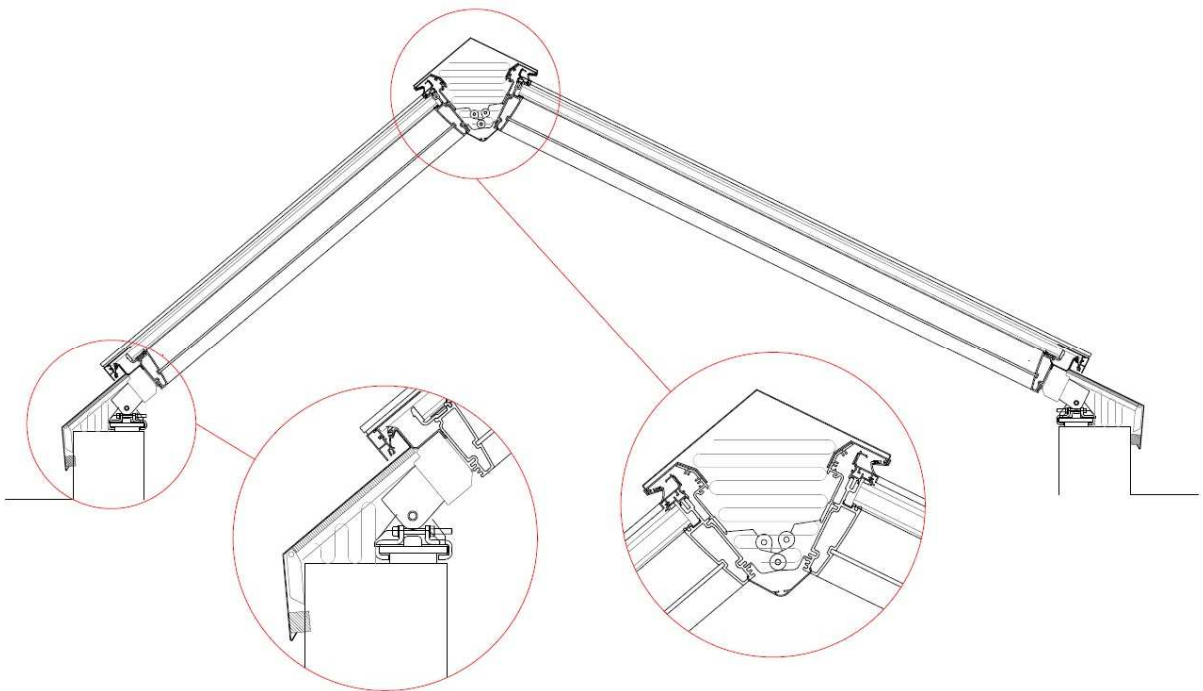
Anhang B

Technische Details des Produkts

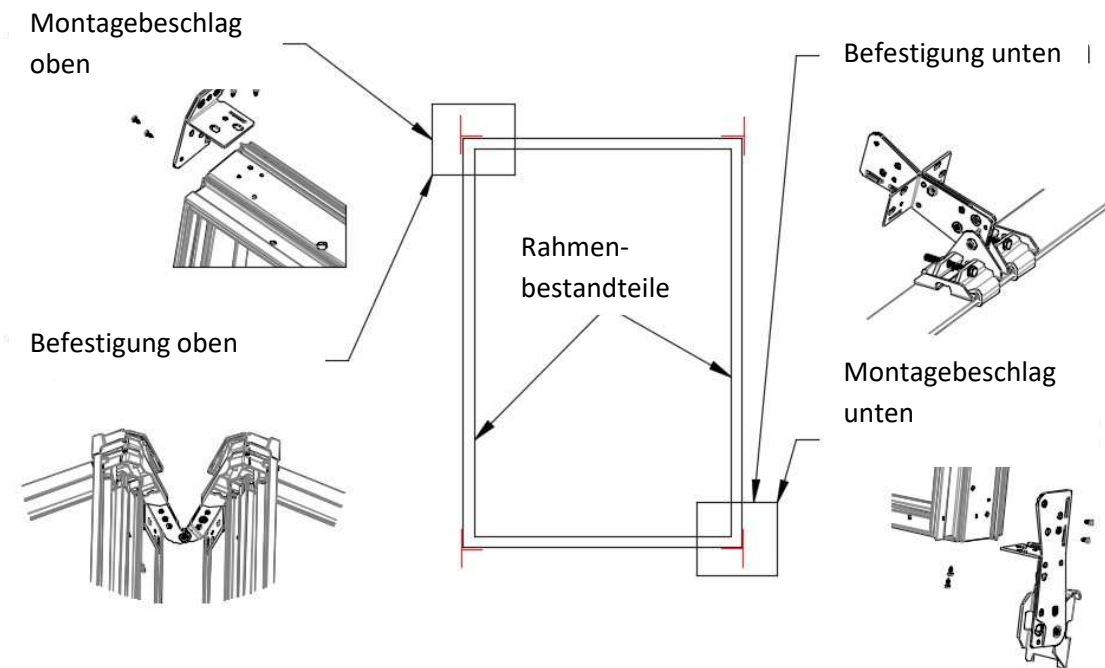
B.1 Beispiel eines Sets



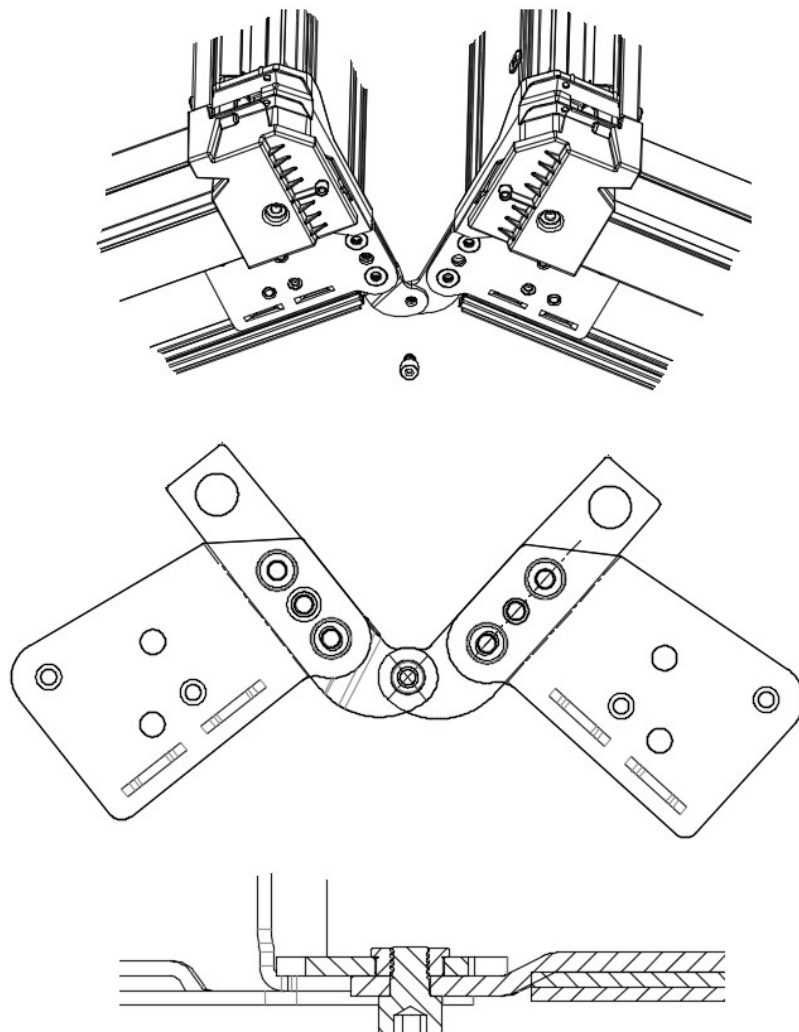
B.2 Beispiel eines Teilbereichs eines Sets



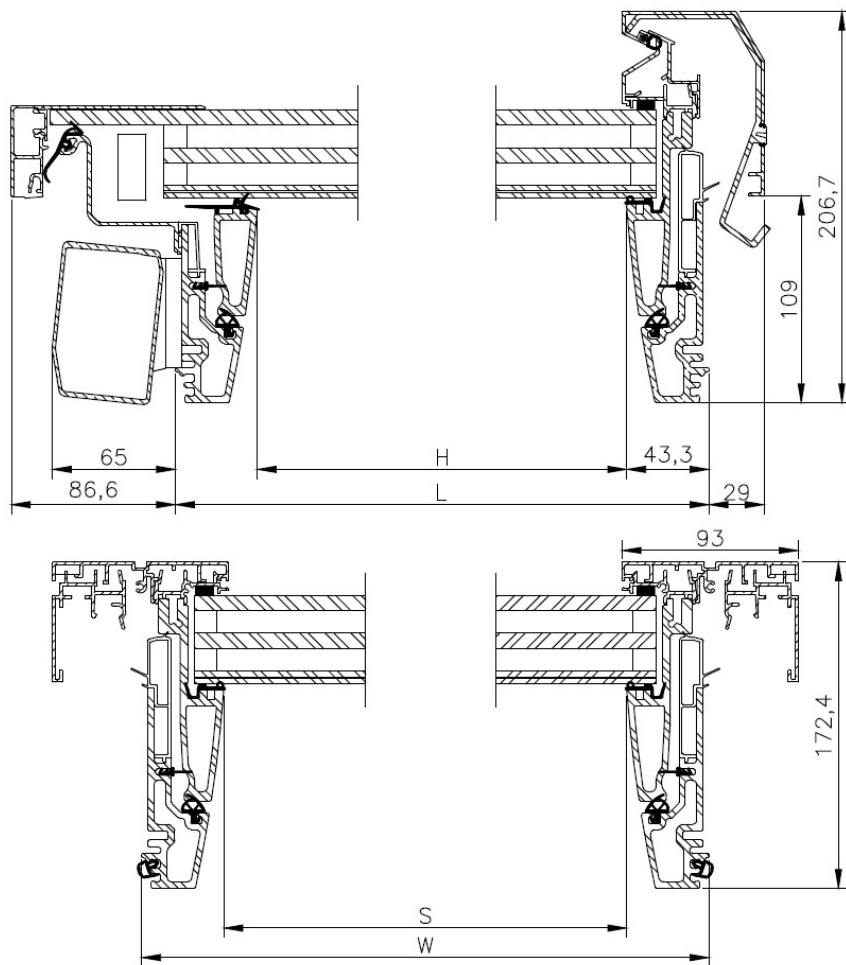
B.3 Die mechanischen Komponenten im Überblick



B.4 Obere Verbindung des Sets mit oberem Bolzen

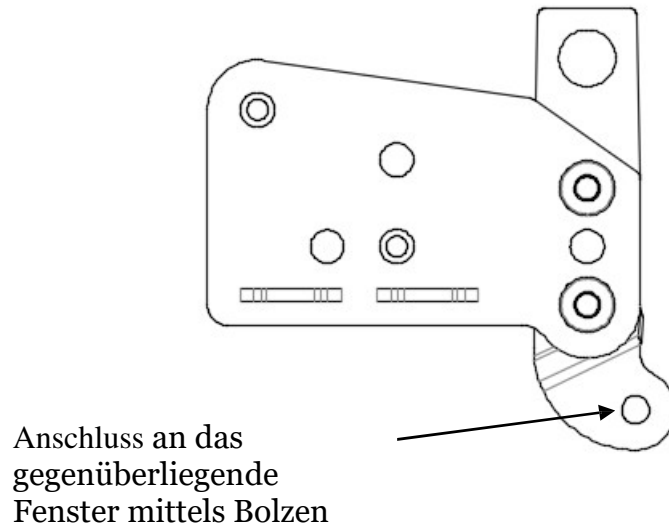


B.5 Querschnitt und wichtigste Abmessungen (in mm)

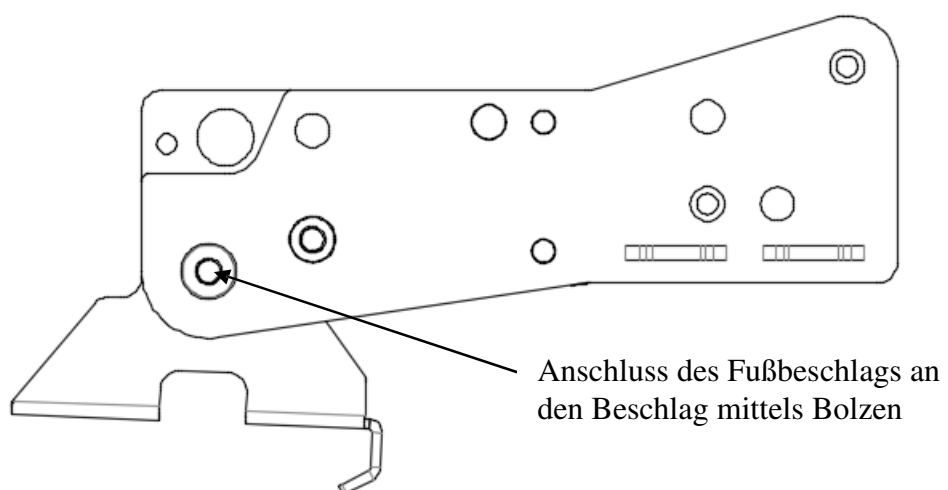


HVC-Abmessungen		Rahmen Außen- abmessungen	Fensterflügel- öffnung
Größe	Breite	W	S (W-87)
067- - -		675	588
075- - -		750	663
080- - -		800	713
090- - -		900	813
100- - -		1.000	913
Größe	Höhe	L	H (L-87)
- - -080		800	713
- - -100		1.000	913
- - -120		1.200	1.113
- - -140		1.400	1.313
- - -160		1.600	1.513
- - -180		1.800	1.713
- - -200		2.000	1.913
- - -220		2.200	2.113
- - -240		2.400	2.313

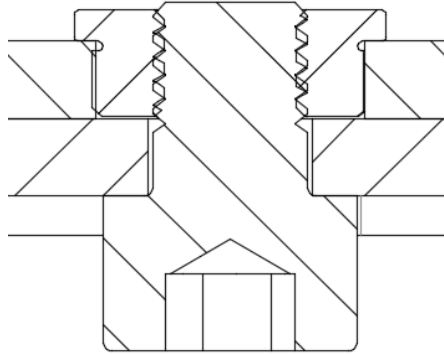
B.6 Eck-Montagebeschlag oben



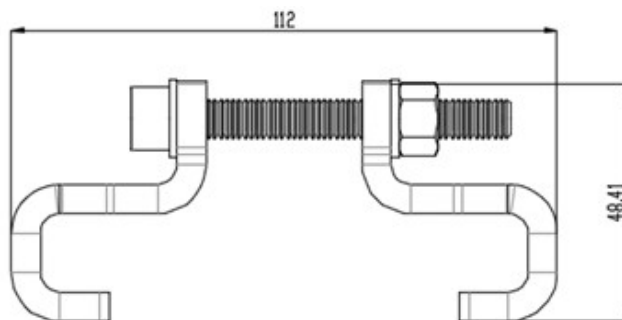
B.7 Eck-Montagebeschlag unten mit Fußbeschlag



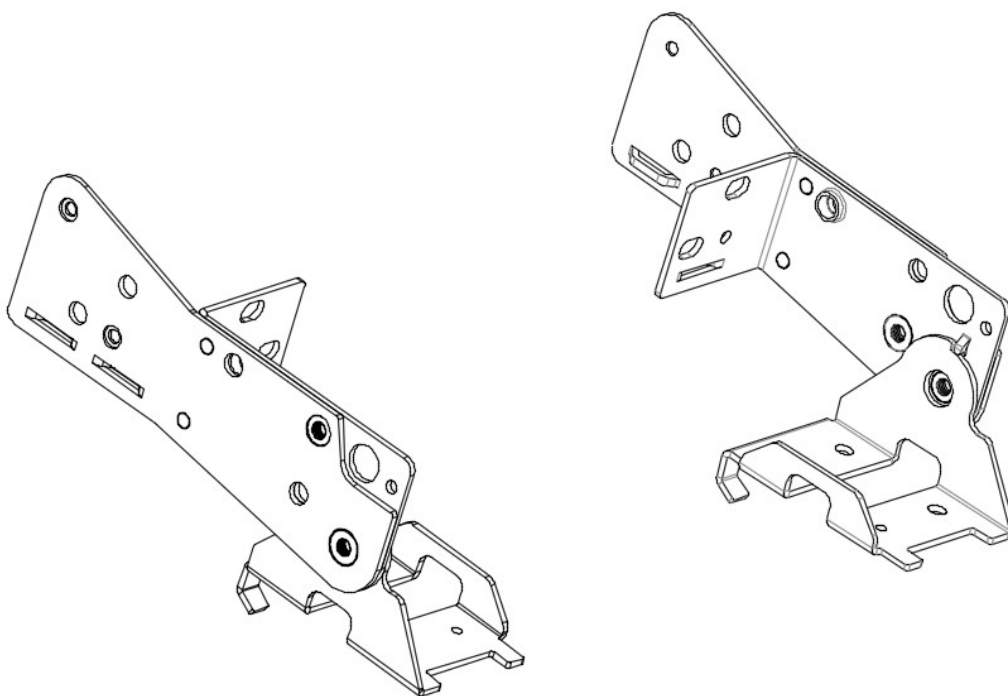
B.8 Bolzenverbindung zwischen Montagebeschlag unten und Fußbeschlag sowie Anschluss zwischen den Montagebeschlägen oben der gegenüberliegenden Fenster



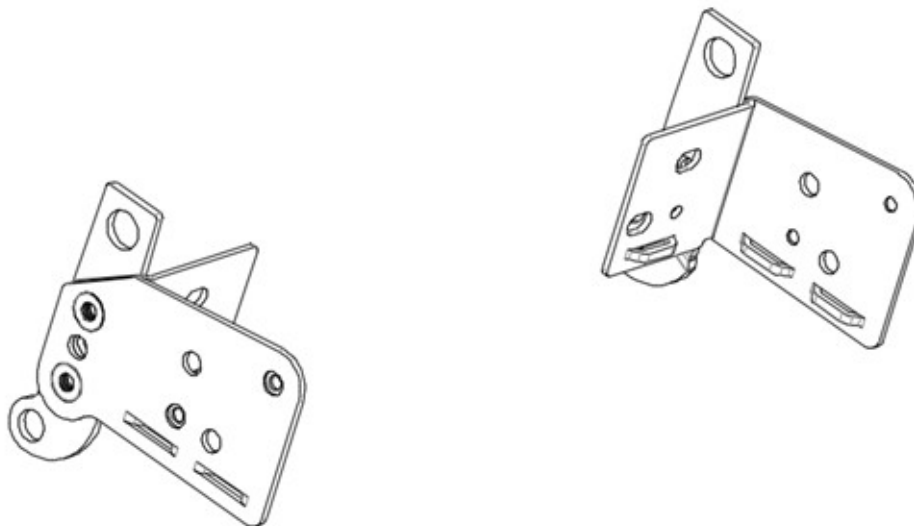
B.9 Montageklemme (Abmessungen in mm)



B.10 Eck-Montagebeschläge unten mit Fubeschlg

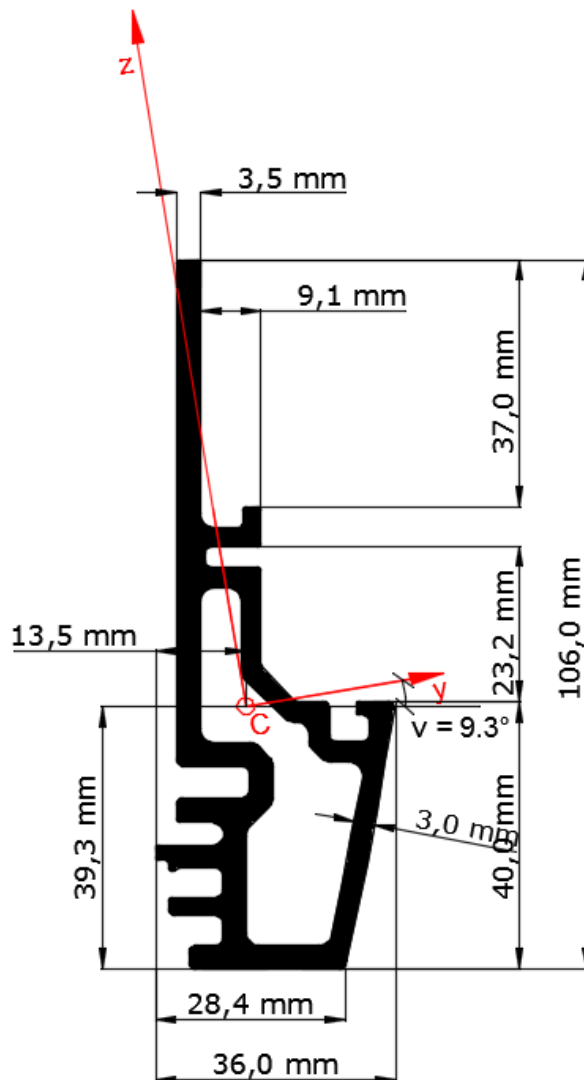


B.11 Eck-Montagebeschläge oben



ANHANG C Querschnitte der Profile

C.1 Rahmenprofil eines zu öffnenden Fensters



Querschnittsfläche:

$$A = 867 \text{ mm}^2$$

Widerstandsmoment:

$$W_y = 9,93 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 2,76 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_y = 0,669 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,0607 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Drehwinkel für Hauptachse:

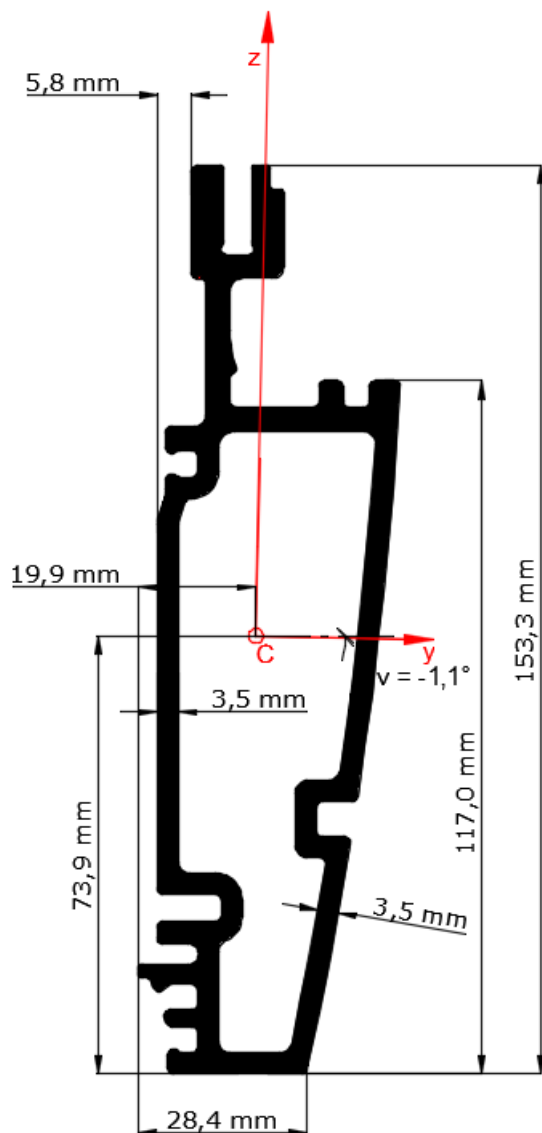
$$v = 9,3^\circ$$

$$A_{\text{web}} \approx 550 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Hinweis:

(1) A_{web} ist ein konservativer Wert der Scherfläche für die Berechnung von Scherbelastungen im Profil.

C.2 Rahmenprofil feststehendes Fenster – 2-Scheiben-Isolierverglasung



Querschnittsfläche:

$$A = 1.502 \text{ mm}^2$$

Widerstandsmoment:

$$W_y = 40,9 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 10,0 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_y = 3,25 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,234 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Drehwinkel für Hauptachse:

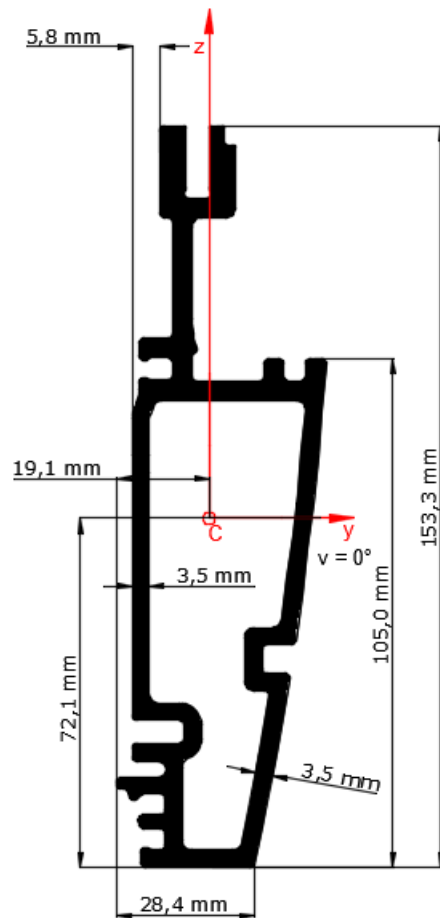
$$v = -1,1^\circ$$

$$A_{\text{web}} \approx 900 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Hinweis:

(1) A_{web} ist ein konservativer Wert der Scherfläche für die Berechnung von Scherbelastungen im Profil.

C.3 Rahmenprofil feststehendes Fenster – 3-Scheiben-Isolierverglasung



Querschnittsfläche:

$$A = 1.467 \text{ mm}^2$$

Widerstandsmoment:

$$W_y = 38,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 8,74 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_y = 3,10 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,212 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Drehwinkel für Hauptachse:

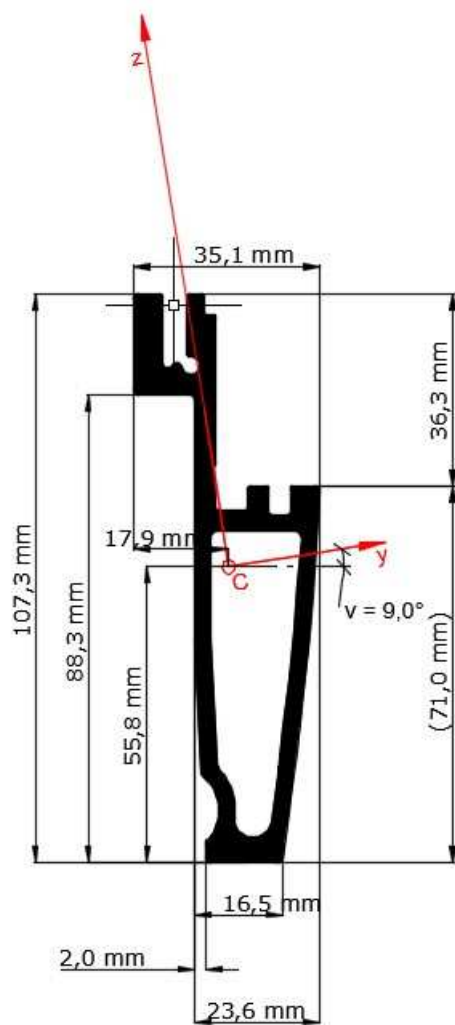
$$v = 0,0^\circ$$

$$A_{\text{web}} \approx 900 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Hinweis:

(1) A_{web} ist ein konservativer Wert der Scherfläche für die Berechnung von Scherbelastungen im Profil.

C.4 Rahmenprofil zu öffnendes Fenster – 2-Scheiben-Isolierverglasung



Querschnittsfläche:

$$A = 857 \text{ mm}^2$$

Widerstandsmoment:

$$W_y = 16,4 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 2,82 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_y = 0,930 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,0543 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Drehwinkel für Hauptachse:

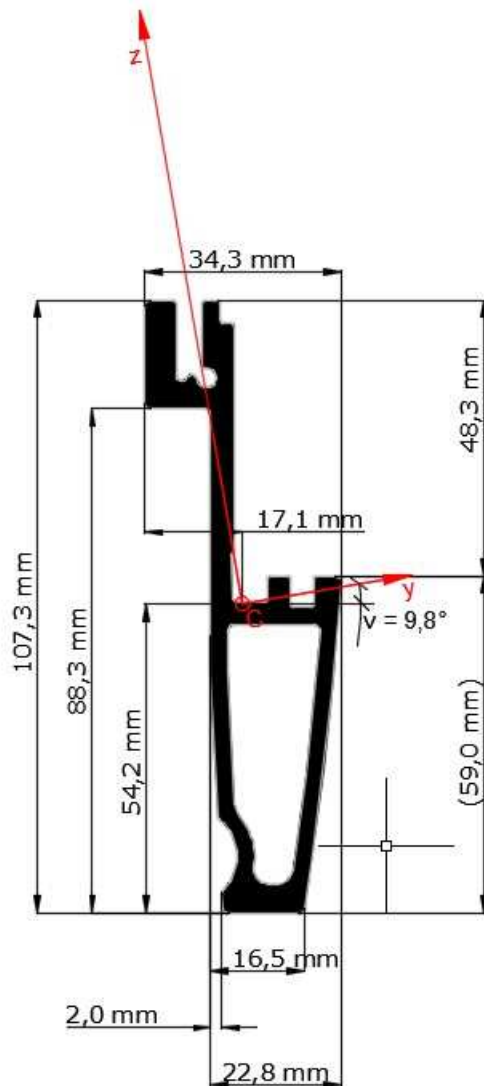
$$v = 9,0^\circ$$

$$A_{\text{web}} \approx 600 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Hinweis:

(1) A_{web} ist ein konservativer Wert der Scherfläche für die Berechnung von Scherbelastungen im Profil.

C.5 Rahmenprofil zu öffnendes Fenster – 3-Scheiben-Isolierverglasung



Querschnittsfläche:

$$A = 826 \text{ mm}^2$$

Widerstandsmoment:

$$W_y = 16,7 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 2,25 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_y = 0,922 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,0398 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Drehwinkel für Hauptachse:

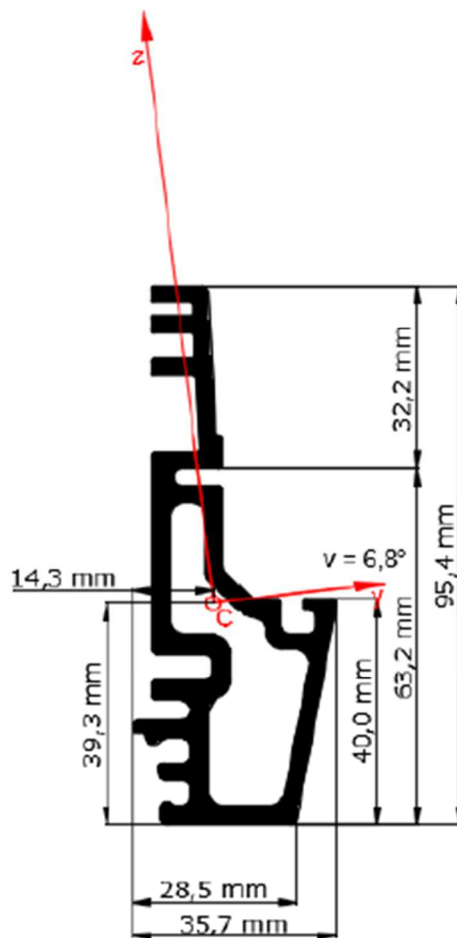
$$v = 9,8^\circ$$

$$A_{\text{web}} \approx 550 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Hinweis:

(1) A_{web} ist ein konservativer Wert der Scherfläche für die Berechnung von Scherbelastungen im Profil.

C.6 Rahmenprofil eines zu öffnenden Fensters unten



Querschnittsfläche:

$$A = 867 \text{ mm}^2$$

Widerstandsmoment:

$$W_y = 11,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 2,86 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_y = 0,634 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,0605 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Drehwinkel für Hauptachse:

$$v = 6,8^\circ$$

$$A_{\text{web}} \approx 590 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Hinweis:

(1) A_{web} ist ein konservativer Wert der Scherfläche für die Berechnung von Scherbelastungen im Profil.

ANHANG D

Prüfergebnisse

D.1 Ergebnisse der kleintechnischen Prüfungen

Kleintechnische Prüfungen		Wert	Einhe
a)	Dichte der Rahmenprofile – EN ISO 1183-1 (Eintauchverfahren A)	2.076	g/cm ³
b)	Prozentualer Glasanteil der Rahmenprofile – EN ISO 1172 (Verfahren B)	74,2	%
c)	Wärmeausdehnungskoeffizienten der Profile (axial und transversal) – ISO 11359-2	Axial: 6,7 x 10 ⁻⁶ Transversal: 38,3 x 10 ⁻⁶	K ⁻¹

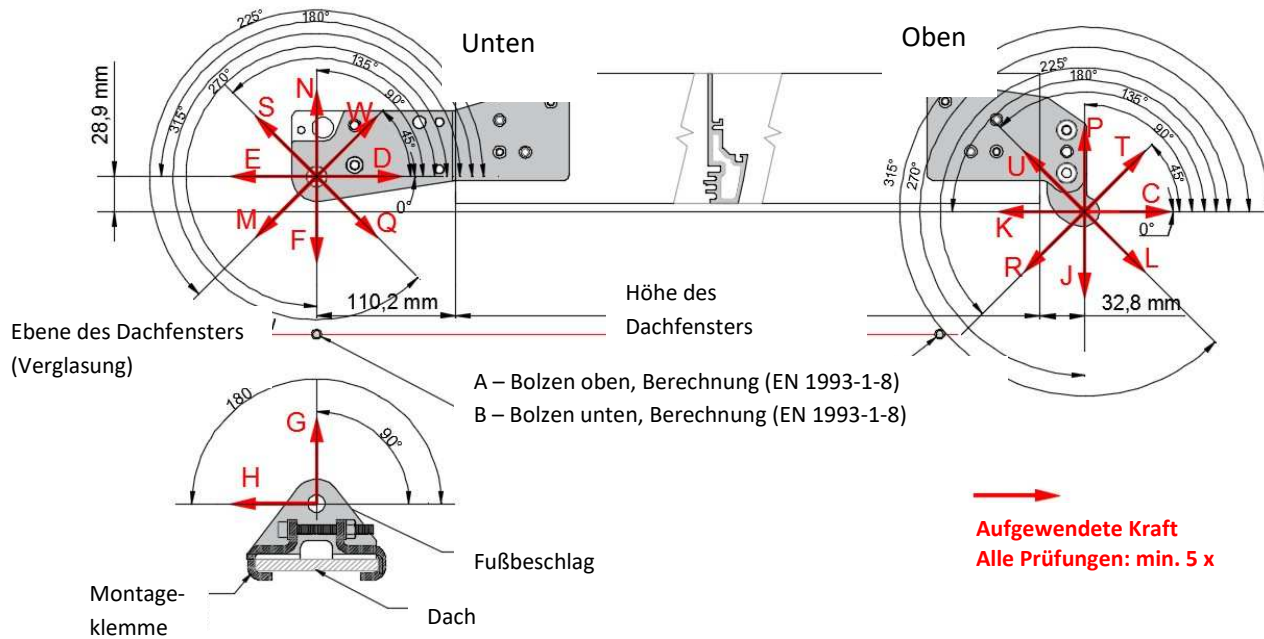
Kleintechnische Prüfungen (Kennwerte)		Wert	Einhe
d)	Zugspannung (parallel zur Glasfaser) – EN ISO 527-5	832,9	MPa
e)	Druckfestigkeit (parallel zur Glasfaser) – EN ISO 14126 (Probekörper Typ B1, Druckvorrichtung; Typ 2- stirnseitige Krafteinleitung („Endloading“))	465	MPa
f)	Biegefestigkeit (parallel zur Glasfaser) – EN ISO 14125 (Verfahren A)	1.257	MPa
g)	E-Modul/Biegemodul (parallel zur Glasfaser) – EN ISO 14125 (Verfahren A) (1)	39,5	GPa
h)	G-Modul – EN ISO 14129 (2)	3,1	GPa
i)	Scherfestigkeit – EN ISO 14130	53,8	MPa

Hinweise:

(1) Mittelwert, Konfidenzniveau 75 %, unbekannte Standardabweichung: 41,6 GPa. (Vgl. ISO 16269-6:2014)

(2) Mittelwert, Konfidenzniveau 75 %, unbekannte Standardabweichung: 3,4 GPa. (Vgl. ISO 16269-6:2014)

D.2 Anschluss der mechanischen Komponenten (Prüf- und Berechnungsergebnisse)



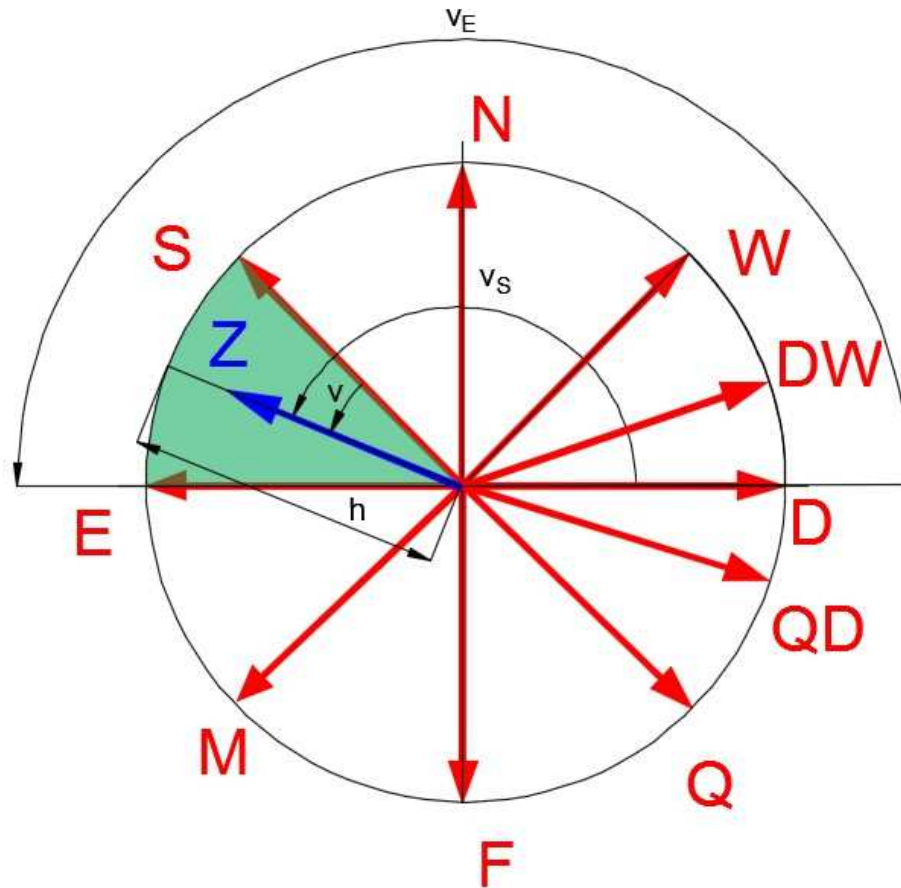
	Element/Verbindung	Wert (kN)
A	Bolzenverbindung oben (berechnetes Minimum)	13,5 (4)
B	Bolzenverbindung unten (berechnetes Minimum)	17,6 (4)
G	Fußbeschlag/Montageklemme/Dachanschluss im 90°-Winkel	20,3
H	Fußbeschlag/Montageklemme/Dachanschluss im 180°-Winkel	28,2

	Element/Verbindung	Wert (kN) (3)			
		Produktvariante			
		HFC 100240 0010B	HVC 100240 0010B	HFC 100240 0016TB	HVC 100240 0016TB
C	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 0°-Winkel	8,5	11,2	9,0	10,9
D	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 0°-Winkel	11,9	11,9	10,9	12,4
E	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 180°-Winkel	8,5	11,2	9,0	10,9
F	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 270°-Winkel	3,9	2,0	4,3	2,1
J	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 270°-Winkel	3,9	2,0	4,3	2,1
K	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 180°-Winkel	11,9	11,9	10,9	12,4
L	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 315°-Winkel	6,2	3,4	6,0	3,5
M	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 225°-Winkel	6,2	3,4	6,0	3,5
N	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 90°-Winkel	6,0	6,0	6,2	5,7
P	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 90°-Winkel	6,0	6,0	6,2	5,7
Q	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 315°-Winkel	5,4	3,0	5,0	3,6
R:	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 225°-Winkel	5,4	3,0	5,0	3,6
S	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 135°-Winkel	7,8	8,2	8,1	7,5
T	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 45°-Winkel	7,8	8,2	8,1	7,5
U	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 135°-Winkel	8,6	9,3	8,6	9,0
W	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 45°-Winkel	8,6	9,3	8,6	9,0
DW	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 18°-Winkel	13,8	16,8	13,3	17,1
UK	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 162°-Winkel	13,8	16,8	13,3	17,1
QD	Eck-Montagebeschlag unten / Rahmenverbindung im 342°-Winkel	10,0	6,4	10,2	6,1
KR	Eck-Montagebeschlag oben / Rahmenverbindung im 198°-Winkel	10,0	6,4	10,2	6,1

(3) Ohne Berücksichtigung nationaler Verstärkungs- und Minderungsfaktoren (Dauer, Alterung/Umwelt, Temperatur, d. h. $C_t = C_u = C_Q = 1$ und $K_t = K_u = K_Q = 1$, vgl. ETAG 010, 6.3.1.2)

(4) Festigkeit der Bolzen unten und oben: 17,6 kN

D.3 Festigkeit der mechanischen Verbindungen in andere als die geprüften Richtungen (Prinzip)



Z: Ergebnis struktureller Berechnungen [kN]

v: Ergebnis struktureller Berechnungen [Winkel zum Dachfenster]

h: Ergebnis einer linearen Interpolation [kN]

$$h = S + v^\circ * (E - S) / (v_E^\circ - v_S^\circ)$$

Anforderung: $h \geq Z$

ANHANG E

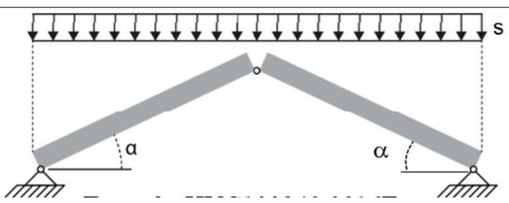
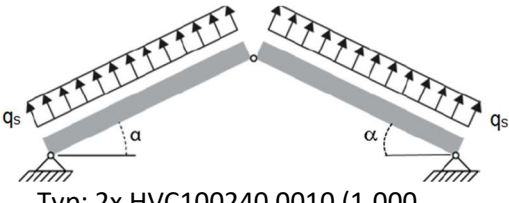
Berechnete Kenntragfähigkeit (q) ohne Berücksichtigung nationaler Teilsicherheitsbeiwerte, Verstärkungs- und Minderungsfaktoren (Dauer, Alterung/Umwelt, Temperatur)

Hinweise:

(1) $g_{MR} = 1$, $g_{MC} = 1$, $C^l = C_u = C_\theta = 1,0$ und $K_t = K_u = K_\theta = 1,0$ (vgl. ETAG 010, 6.3.1.1 und 6.3.1.2)
 $g_{G,sup} = 1$, $g_{G,inf} = 1$ (vgl. EN 1990:2007)

(2) Die Bestimmung der Tragfähigkeit der Verglasung erfolgt gemäß EAD DP 14-22-0013- 04.01, 2.2.2, 2.2.3

E.1 Typische Anwendungen

Anwendung (Beispiele)	α°	s/qs [kN/m ²] (ohne Eigengewicht)		
		ULS	SLS	
			1/300	1/150
 Typ: 2x HVC100240 0016T (1.000 mm x 2.400 mm) Verglasung: 22 mm Glas insgesamt	25°	9,0	1,5	3,8
	30°	10,6	1,6	4,0
	35°	12,0	1,7	4,2
	40°	13,7	1,9	4,6
 Typ: 2x HVC100240 0010 (1.000 mm x 2.400 mm) Verglasung: 14 mm Glas insgesamt	25°	5,0	1,9	3,4
	30°	5,1	1,9	3,3
	35°	5,0	1,9	3,3
	40°	4,4	1,9	3,3

Das Eigengewicht (einschließlich mechanische Komponenten, Verkleidung, Abdeckung und Eindeckrahmen) des feststehenden Dachfensters (G_f und g_f) und des zu öffnenden Dachfensters (G_v und g_v) ist wie folgt zu berechnen:

$$G_f = (W-12) \cdot (L-96) \cdot t \cdot 25 \cdot 10^{-9} + 2(W+L) \cdot 57 \cdot 10^{-6} \quad [\text{kN}]$$

$$g_f = G_f / (W \cdot L) \cdot 10^6 \quad [\text{kN/m}^2]$$

und

$$G_v = (W-12) \cdot (L-96) \cdot t \cdot 25 \cdot 10^{-9} + 2(W+L) \cdot 96 \cdot 10^{-6} \quad [\text{kN}]$$

$$g_v = G_v / (W \cdot L) \cdot 10^6 \quad [\text{kN/m}^2]$$

wobei

W = Breite des Fensters in mm
 L = Höhe des Fensters in mm
 t = Gesamtstärke des Glases in mm

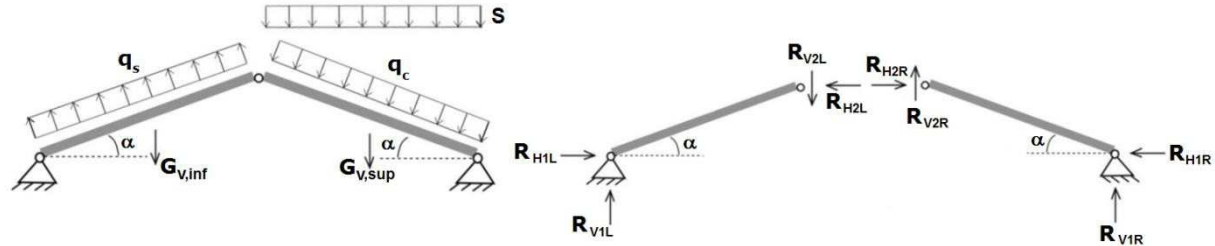
E.2 Berechnungsbeispiel

Asymmetrische Last

Zur Demonstration des Berechnungsverfahrens wird die Anwendung eines VELUX Modular Skylight, selbsttragendes Sattel-Lichtband, unter asymmetrischer Wind- und Schneelast untersucht.

Geometrie und Dachfenstervariante entsprechen denjenigen im Windlastbeispiel in Anhang E.1: 2 x HVC1002400 0010 (1.000 mm x 2.400 mm). Verglasung: 14 mm Glas insgesamt.

Die Neigung beträgt $\alpha = 25^\circ$.



Höhen- und Winkelkorrekturen

Aufgrund der Montagebeschläge ist es notwendig, Berechnungswinkel und Profilhöhe zu korrigieren. Aus der Abbildung in Anhang D.2 sind $\Delta L_1 = 110,2 \text{ mm}$ und $\Delta L_2 = 43,7 \text{ mm}$ für die Montagebeschläge ersichtlich. ΔL_2 lässt sich in einen parallelen $\Delta L_{2||} = 32,8 \text{ mm}$ und einen senkrechten Teil $L_{2\perp} = 28,9 \text{ mm}$ umwandeln. ΔL_1 und ΔL_2 sind konstant, unabhängig von der Höhe L oder dem Winkel α der Verglasung.

Die korrigierte Höhe ermittelt sich anhand folgender Formel:

$$L_{cor} = \sqrt{(L + \Delta L_1 + \Delta L_{2||})^2 + (L_{2\perp})^2} = \sqrt{(2400\text{mm} + 110,2\text{mm} + 32,8\text{mm})^2 + (28,9\text{mm})^2} = 2543\text{mm}$$

Der korrigierte Winkel errechnet sich anhand folgender Formel:

$$\Delta\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta L_{2\perp}}{L + \Delta L_1 + \Delta L_{2||}}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{28,9\text{mm}}{2400\text{mm} + 110,2\text{mm} + 32,8\text{mm}}\right) = 0,65^\circ$$

$$\alpha_{cor} = \alpha - \Delta\alpha = 25^\circ - 0,7^\circ = 24,3^\circ$$

Bei Durchbiegungsberechnungen einer aufwärts gerichteten Last für ein zu öffnendes Fenster biegt sich nur der Fensterflügel durch. Daher sollten für die Durchbiegungsberechnungen nur die Höhe des Flügelprofils und der richtige abgeleitete Winkel verwendet werden. Aus der nachstehenden Abbildung lassen sich $\Delta L_{1,up,dfl} = -9,7 \text{ mm}$, $\Delta L_{2||,up,dfl} = 23,5 \text{ mm}$ und $\Delta L_{2\perp,up,dfl} = 24 \text{ mm}$ ermitteln.

Die korrigierte Höhe $L_{cor,up,dfl}$ ermittelt sich anhand folgender Formel:

$$L_{cor,up,dfl} = \sqrt{(L + \Delta L_{1,up,dfl} + \Delta L_{2||,up,dfl})^2 + (\Delta L_{2\perp,up,dfl})^2}$$

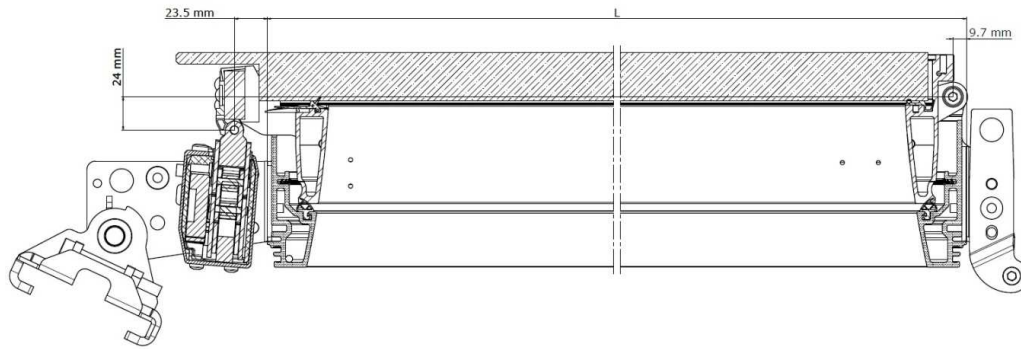
$$= \sqrt{(2400\text{mm} - 9,7\text{mm} + 23,5\text{mm})^2 + (24\text{mm})^2} = 2414\text{mm}$$

Der korrigierte Winkel errechnet sich anhand folgender Formel:

$$\Delta\alpha_{up,dfl} = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta L_{2\perp,up,dfl}}{L + \Delta L_{1,up,dfl} + \Delta L_{2||,up,dfl}}\right)$$

$$= \sin^{-1}\left(\frac{24\text{mm}}{2400\text{mm} - 9,7\text{mm} + 23,5\text{mm}}\right) = 0,57^\circ$$

$$\alpha_{cor,up,dfl} = \alpha + \Delta\alpha_{up,dfl} = 25^\circ + 0,6^\circ = 25,6^\circ$$



Die Messungen $\Delta L_{1,up,dfl} = -9,7 \text{ mm}$, $\Delta L_{2ll,up,dfl} = 23,5 \text{ mm}$ und $\Delta L_{2\perp,up,dfl} = 24 \text{ mm}$ sind Konstante.

Lasten

Eigengewicht auf jedem Seitenrahmen/Fensterflügel:

$$G_v = \frac{1}{2} \cdot ((W - 12) \cdot (L - 96) \cdot t \cdot 25 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot (W + L) \cdot 96 \cdot 10^{-6})$$

$$= \frac{1}{2} \cdot ((1000 - 12) \cdot (2400 - 96) \cdot 14 \cdot 25 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot (1000 + 2400) \cdot 96 \cdot 10^{-6}) = 0,72 \text{ kN}$$

In diesem Beispiel wird der vom Wind verursachte Spitzendruck auf $0,8 \text{ kN/m}^2$ festgesetzt und der Formfaktor beträgt 0,5 für die dem Druck ausgesetzte Seite (q_c) und -0,5 für die Unterdruckseite (q_s). Somit wirkt die Last

$$q_c = q_s = 0,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \text{ m} = 0,2 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

Die Windlast wird mittels des ursprünglichen Winkels in eine vertikale und eine horizontale Komponente zerlegt. Mit der korrigierten Höhe, L_{cor} ermittelt sich die äquivalente konzentrierte Last.

$$Q_{sH} = Q_{cH} = q_c \cdot L_{cor} \cdot \sin(\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot 2,543 \text{ m} \cdot \sin(25^\circ) = 0,21 \text{ kN}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$Q_{sV} = Q_{cV} = q_c \cdot L_{cor} \cdot \cos(\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot 2,543 \text{ m} \cdot \cos(25^\circ) = 0,46 \text{ kN} \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

Für die Schneelast (s) in diesem Beispiel werden die beiden C-Faktoren (gemäß EN 1991-1-3) mit 1,0 festgelegt, der Formfaktor

μ_2 mit 0,8 und der Kennwert der Schneelast am Boden ist $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$, bei gegebener Schneelast s :

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \text{ kN/m}^2 = 0,8 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 0,4 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

Die Schneelast wirkt nur vertikal und die korrigierte Höhe L_{cor} wird zur Ermittlung der äquivalenten konzentrierten Last genutzt.

$$S_V = s \cdot \cos(\alpha) \cdot L_{cor} = 0,4 \text{ kN/m} \cdot \cos(25^\circ) \cdot 2,543 \text{ m} = 0,92 \text{ kN}$$

Reaktionen in den Montagebeschlägen

Die korrigierte Höhe L_{cor} und der Winkel α_{cor} dienen im statischen System zur Bestimmung der Reaktionen. Diese Berechnungen werden hier nicht vorgestellt.

Die Reaktionen werden getrennt für jeden Lasttyp berechnet und sind in Tabelle E.2.1. zu finden. Für die Kennlastkombination werden die drei Lasttypen einfach summiert:

Characteristic load combination: $1,0 \cdot G_v + 1,0 \cdot q + 1,0 \cdot S$

Tabelle E.2.1, horizontale und vertikale Reaktionen der Montagebeschläge

Lasttyp	R_{H1L} [kN]	R_{V1L} [kN]	R_{H2L} [kN]	R_{V2L} [kN]	R_{H2R} [kN]	R_{V2R} [kN]	R_{H1R} [kN]	R_{V1R} [kN]
GV	0,80	0,72	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	0,72
Qs und Qc	0,21	-0,18	0,00	0,28	0,00	0,28	-0,21	0,18
S	0,51	0,23	0,51	0,23	0,51	0,23	0,51	0,69
Kennkombination	1,52	0,77	1,31	0,51	1,31	0,51	1,10	1,59

Die resultierenden Kräfte und deren Nutzung in Bezug auf die Montagebeschläge sind in Tabelle E.2.2 für die Kennlastkombination zu finden. Die Tragfähigkeiten der Montagebeschläge unter dem resultierenden Winkel werden durch lineare Interpolation zwischen den beiden benachbarten Tragfähigkeiten ermittelt, vgl. Anhänge D.2 und D.3.

Tabelle E.2.2, Kräfte (Resultanten) und Tragfähigkeit in Bezug auf die Montagebeschläge für die Kennlastkombination

	R_{1L}	R_{2L}	R_{2R}	R_{1R}
Reaktionskraft Montagebeschlag, k	1,70	1,40	1,40	1,93
Winkel gemäß Anhang D2 [°]	1,8	176,2	133,8	30,4
Tragfähigkeit, k [kN]	12,40	12,93	9,21	13,34
Nutzung [%]	14	11	15	14

Biegung von Fensterflügel und Rahmenprofil

Die Last durch das Eigengewicht, senkrecht zum Dachfenster, wird als g_p und die Last in senkrechter Linie durch den Schneedruck als s_p bezeichnet. Die korrigierte Höhe, jedoch mit dem ursprünglichen Winkel wird angewendet:

$$g_p = \frac{G_V \cdot \cos(\alpha)}{L_{cor}} = \frac{0,72 \cdot \cos(25)}{2,543} = 0,26 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$q_c = \frac{0,20 \text{ kN}}{m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$s_p = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(\alpha) = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(25) = 0,36 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot (g_p + q_c + s_p) \cdot L_{cor}^2 = \frac{1}{8} \cdot (0,26 + 0,20 + 0,36) \text{ kN/m} \cdot (2,543 \text{ m})^2 = 0,66 \text{ kNm}$$

$$M_{frame} = M \cdot \frac{I_{frame}}{I_{frame} + I_{casement}} = 0,66 \text{ kNm} \cdot \frac{0,669}{0,669 + 0,930} = 0,28 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{frame} \approx \frac{M_{frame}}{W_{y,frame}} = \frac{0,28 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{9,93 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 28,1 \text{ N/mm}^2 \ll 1257 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{casement} = M \cdot \frac{I_{casement}}{I_{frame} + I_{casement}} = 0,66 \text{ kNm} \cdot \frac{0,930}{0,669 + 0,930} = 0,38 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{frame} \approx \frac{M_{frame}}{W_{y,frame}} = \frac{0,28 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{16,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 23,2 \text{ N/mm}^2 \ll 1257 \text{ N/mm}^2$$

Hier wurde die Kennbiegefestigkeit aus Anhang D.1 entnommen. Flächenträgheitsmoment und Widerstandsmoment wurden aus Anhang C.1 und C.4 entnommen. Die Drehung der Hauptachse wird nicht berücksichtigt, da sie nur geringen Einfluss auf das Ergebnis hat und die resultierende Belastung wesentlich geringer als die Biegefestigkeit ist.

Scherkraft im Rahmenprofil

Die Scherkraft wird im Allgemeinen gemeinsam von Rahmen und Fensterflügelprofil aufgenommen, in Richtung des Dachfensterendes jedoch komplett vom Rahmenprofil. Es wird der ursprüngliche Winkel angewendet. In diesem Beispiel liegt die größte Scherkraft im rechten Dachfenster:

$$\begin{aligned} V_{frame} &= R_{V1R} \cdot \cos(\alpha) - R_{H1R} \cdot \sin(\alpha) \\ &= 1,59 \text{ kN} \cdot \cos(25) - 1,10 \text{ kN} \cdot \sin(25) \\ &= 0,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\tau_{frame} = \frac{V_{frame}}{A_{web}} \approx \frac{0,98 \cdot 10^3 \text{ N}}{550 \text{ mm}^2} = 1,8 \text{ N/mm}^2 \ll 53,8 \text{ N/mm}^2$$

Hier wurde die Kenschersfestigkeit aus Anhang D.1 und A_{web} aus Anhang C.1 entnommen.

Durchbiegung

Durchbiegung des Dachfensters auf mittlerer Höhe, senkrecht zum korrigierten Dachfensterwinkel für die linke Seite:

$$g_{p,cor} = \frac{G_V \cdot \cos(\alpha_{cor})}{L_{cor}} = \frac{0,72 \cdot \cos(24,3)}{2,543} = 0,26 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$q_{s,cor} = 0,20 \text{ kN/m} \cdot \cos(-\Delta\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot \cos(0,7) = 0,20 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_{p,cor} + q_{s,cor}) \cdot L_{cor}^4}{E \cdot (I_{frame} + I_{casement})} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(0,26 + 0,20) \text{ N/mm} \cdot (2543 \text{ mm})^4}{41600 \text{ N/mm}^2 \cdot (0,669 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 + 0,930 \cdot 10^6 \text{ mm}^4)} = 0,5 \text{ mm} < \frac{L}{150} = 16 \text{ mm}$$

E bezeichnet den E-Modul-Mittelwert, entnommen aus Anhang D.1, Anmerkung 1.

Durchbiegung des Dachfensters auf mittlerer Höhe, senkrecht zum korrigierten Dachfensterwinkel für die rechte Seite:

$$g_{p,cor} = \frac{G_V \cdot \cos(\alpha_{cor})}{L_{cor}} = \frac{0,72 \cdot \cos(24,3)}{2,543} = 0,26 \text{ kN/m} \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$q_{c,cor} = 0,20 \text{ kN/m} \cdot \cos(-\Delta\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot \cos(0,7) = 0,20 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$s_{p,cor} = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(\alpha_{cor}) = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(24,3) = 0,36 \text{ kN/m}, \quad \text{auf jeden Seitenrahmen/Fensterflügel}$$

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_{p,cor} + q_{c,cor} + s_{p,cor}) \cdot L_{cor}^4}{E \cdot (I_{frame} + I_{casement})} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(0,26 + 0,20 + 0,36) \text{ N/mm} \cdot (2543 \text{ mm})^4}{41600 \text{ N/mm}^2 \cdot (0,669 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 + 0,930 \cdot 10^6 \text{ mm}^4)} = 6,7 \text{ mm} < \frac{L}{150} = 16 \text{ mm}$$

E bezeichnet den E-Modul-Mittelwert, entnommen aus Anhang D.1, Anmerkung 1.

ANHANG F

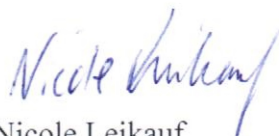
Bewertung von Kennmerkmalen

Kennmerkmal	Leistung	Verweis EAD 220013- 01-04.01
3.1 Tragfähigkeit der Verglasung (BWR1) - Widerstandsfähigkeit gegen Windlast - Widerstand gegen Schneelast und	Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters	2.2.2 2.2.3
3.2 Brandschutz (BWR2) - Brandverhalten (mechanische Komponenten) - Brandverhalten (Profile) - Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von	Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters	2.2.4 2.2.4 2.2.5
3.3 Hygiene, Gesundheit und Umwelt (BWR3) - Schlagregendichtheit	Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters	2.2.7
3.4 Sicherheit und Barrierefreiheit (BWR4) - Stoßfestigkeit - Tragfähigkeit der Sicherheitsvorrichtungen	Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters	2.2.8 2.2.9
3.5 Lärmschutz (BWR5) - Akustische Leistung	Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters	2.2.10
3.6 Energieeinsparung und Wärmerückhaltevermögen (BWR65) - Wärmedurchgangskoeffizient - Sonnenfaktor - Lichttransmissionsgrad	Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters Vgl. CE-Kennzeichnung des Fensters	2.2.11 2.2.12 2.2.12 2.2.13
Haltbarkeit		2.2.14

As publicly ordered and generally certified translator in Bavaria for the English language, I hereby confirm that this translation of the document submitted to me as a copy and written in the English language is true and correct.

Als in Bayern öffentlich bestellte und allgemein beeidigte Übersetzerin für die englische Sprache bestätige ich: vorstehende Übersetzung der mir in Kopie vorgelegten, in englischer Sprache abgefassten Urkunde, ist richtig und vollständig.

Fürth, 24.09.2019



Nicole Leikauf
Hardstraße 3, 90766 Fürth





ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Authorised and notified according
to Article 29 of the Regulation (EU)
No 305/2011 of the European
Parliament and of the Council of 9
March 2011

MEMBER OF EOTA



European Technical Assessment ETA-17/0467 of 2019-01-28

I General Part

Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011: ETA-Danmark A/S

Trade name of the construction product:

VELUX Modular Skylights type UNI HVC and HFC

Product family to which the above construction product belongs:

Self-supporting ridgelight

Manufacturer:

VELUX A/S
Ådalsvej 99
DK-2970 Hørsholm
Tel. +45 45 16 40 00
Internet www.velux.com

Manufacturing plant:

VELUX A/S

This European Technical Assessment contains:

27 pages including 6 Annexes which form an integral part of the document

This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of:

EAD 220013-01-0401 - Self-supporting ridgelight

This version replaces:

The ETA with the same number issued on 2018-01-23

Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and should be identified as such.

Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full (excepted the confidential Annex(es) referred to above). However, partial reproduction may be made, with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction has to be identified as such.

II SPECIFIC PART OF THE EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT

1 Technical description of product and intended use

Technical description of the product

The self-supporting ridgelight consists of two roof windows (openable and/or fixed), each individually CE marked in accordance with EN 14351-1:2006+A2:2016. They are connected at the top by means of hardware.

The roof windows are supplied with the same frame width. Openable and fixed roof windows can be combined. The kits can be combined.

The kit does not contribute to the stiffness of the roof (racking resistance).

The angle between the two roof windows can vary between 70-130 degrees.

The profiles of the frame and casement are made from pultruded profiles consisting of 70% - 80% glass fibre and 30% - 20% polyurethane resin (by mass). The density is 1800 - 2200 kg/m³. The frame profiles of the fixed roof windows are identical. The frame profiles of the openable roof windows are identical as are the casement profiles.

Cross sections of the profiles are shown in Annex C.

The openable roof windows are power operated. The maximum opening is 321 - 700 mm depending on the size. The surface of the profiles is treated with UV protecting coat.

Hardware (brackets and bearings) are made of steel EN 10149-2 S355MC and bolts are made of steel 8.8 in accordance with EN ISO 898-1:2013

The glazing is a double or triple insulating glass unit.

An example of the kit is shown in Annex B.

2 Specification of the intended use in accordance with the applicable EAD

The self-supporting ridgelight is intended to provide ventilation and/or weather protection and daylight luminance to any enclosed or partially enclosed building or space.

The static system of the self-supporting ridgelight is described in Annex A.

The calculated characteristic load bearing capacity of typical applications are given in Annex E without nationally determined partial safety factors and magnification and reduction factors (duration, aging/environment, temperature)

The provisions made in this European Technical Assessment are based on an assumed intended working life of the VELUX self-supporting ridgelight of 25 years.

The indications given on the working life cannot be interpreted as a guarantee given by the producer or Assessment Body, but are to be regarded only as a means for choosing the right products in relation to the expected economically reasonable working life of the works.

3 Performance of the product and references to the methods used for its assessment

Characteristic	Assessment of characteristic
3.1 Mechanical resistance and stability (BWR1)	
Load bearing capacity of the kit (except glazing)	See Annex D and E
Load bearing capacity of the glazing:	
- Resistance to wind load	See Annex F
- Resistance to snow and permanent load:	See Annex F
3.2 Safety in case of fire (BWR2)	
Reaction to fire (Hardware)	The components made from steel are classified as Euroclass A1 in accordance with EN 13501-1 and Commission Delegated Regulation 2016/364, and EC decision 96/603/EC, amended by EC Decision 2000/605/EC
Reaction to fire (Profiles)	See Annex F
External fire performance	See Annex F
3.3 Hygiene, health and the environment (BWR3)	
Content and emission and/or release of dangerous substances	The product does not contain/release dangerous substances specified in TR 034, dated March 2012 *)
Water tightness	See Annex F
3.4 Safety and accessibility (BWR4)	
Impact resistance	See Annex F
Load bearing capacity of safety devices	See Annex F
3.5 Protection against noise (BWR5)	
Acoustic performance	See Annex F
3.6 Energy economy and heat retention (BWR6)	
Thermal transmittance	See Annex F
Radiation properties	See Annex F
Air permeability	See Annex F
Durability	See Annex F

*) In addition to the specific clauses relating to dangerous substances contained in this European Technical Assessment, there may be other requirements applicable to the products falling within its scope (e.g. transposed European legislation and national laws, regulations and administrative provisions). In order to meet the provisions of the Construction Products Regulation, these requirements need also to be complied with, when and where they apply.

4 Attestation and verification of constancy of performance (AVCP)

4.1 AVCP system

According to the decision 98/600/EC and 98/436/EC of the European Commission¹, as amended, the system(s) of assessment and verification of constancy of performance (see Annex V to Regulation (EU) No 305/2011) is 3.

5 Technical details necessary for the implementation of the AVCP system, as foreseen in the applicable EAD

Technical details necessary for the implementation of the AVCP system are laid down in the control plan deposited at ETA-Danmark prior to CE marking

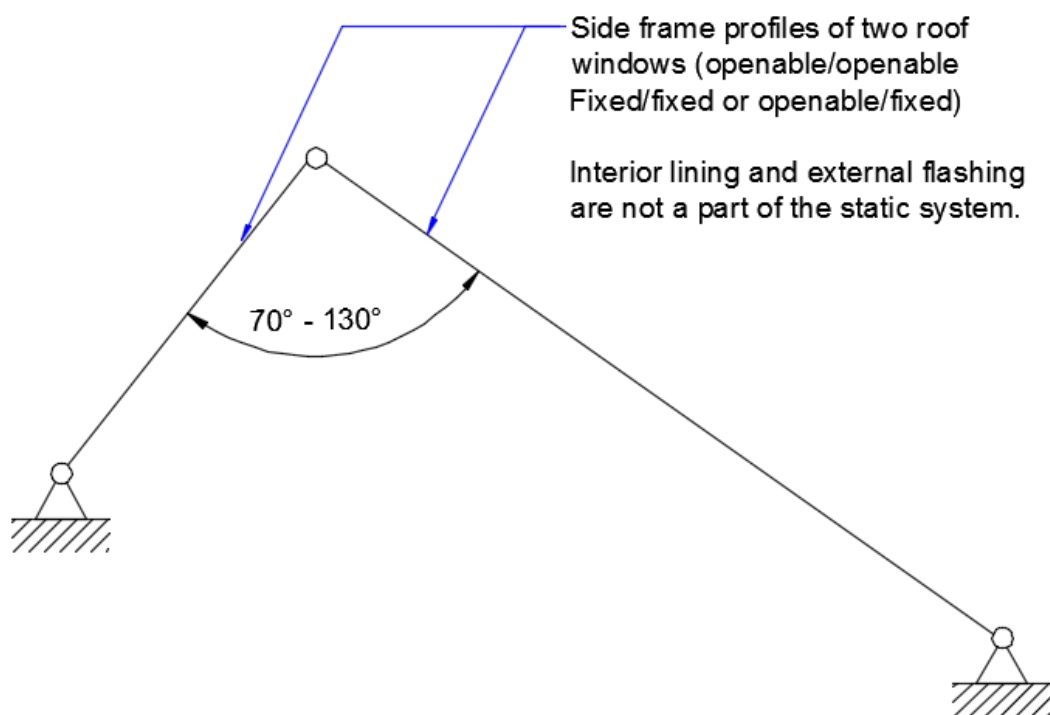
Issued in Copenhagen on 2019-01-28 by



Thomas Bruun
Managing Director, ETA-Danmark

ANNEX A

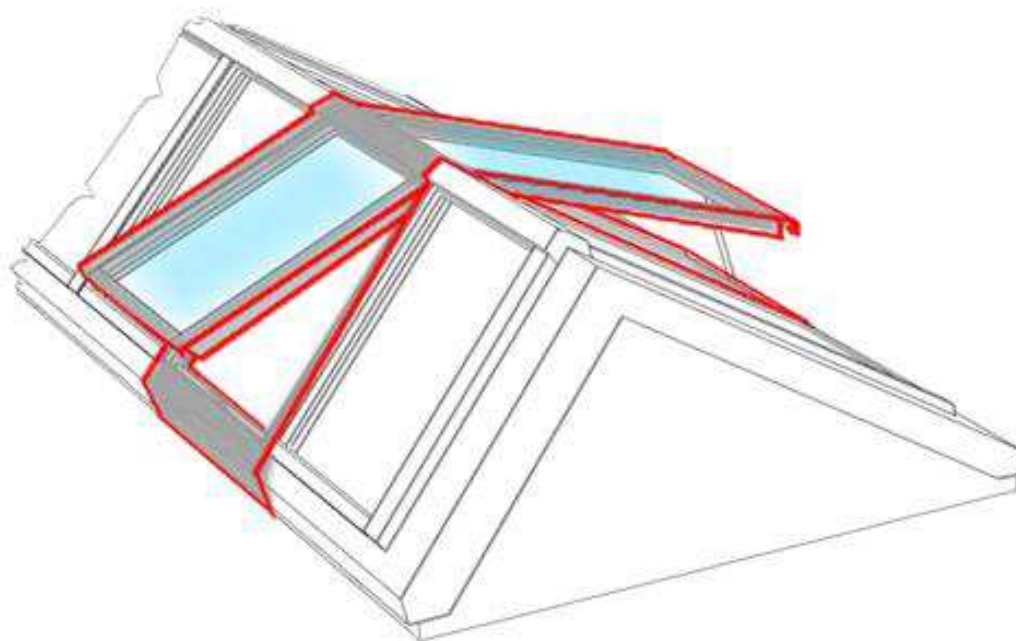
The static system of the kit



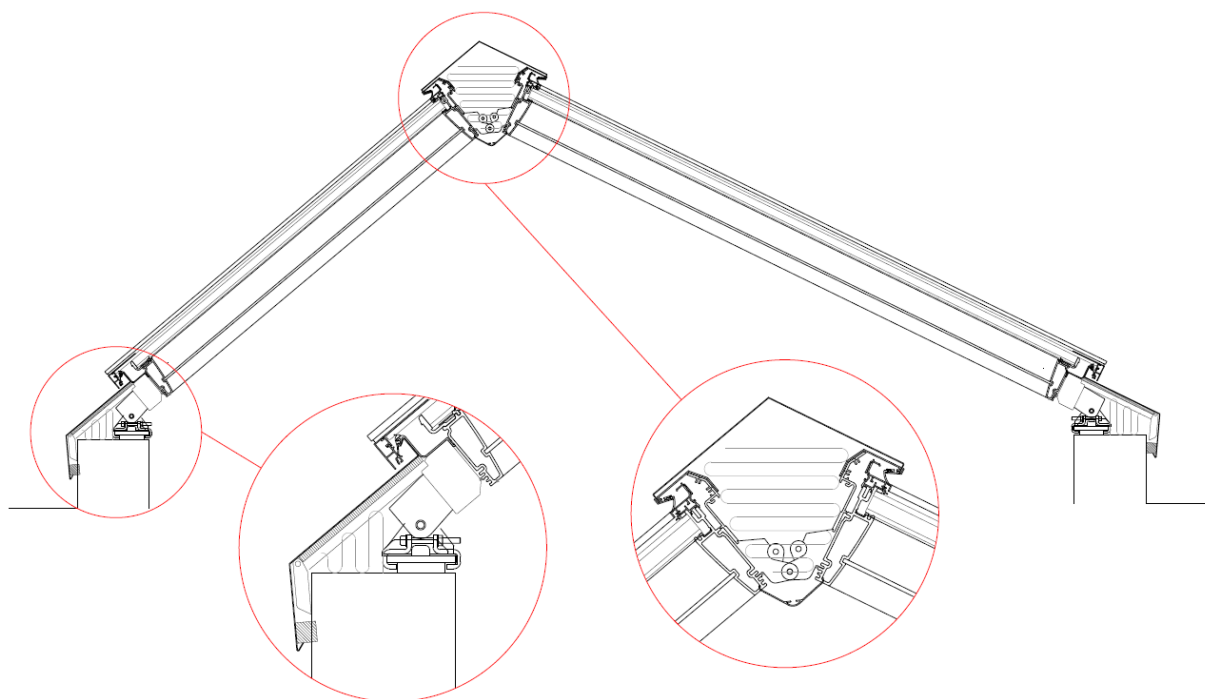
Annex B

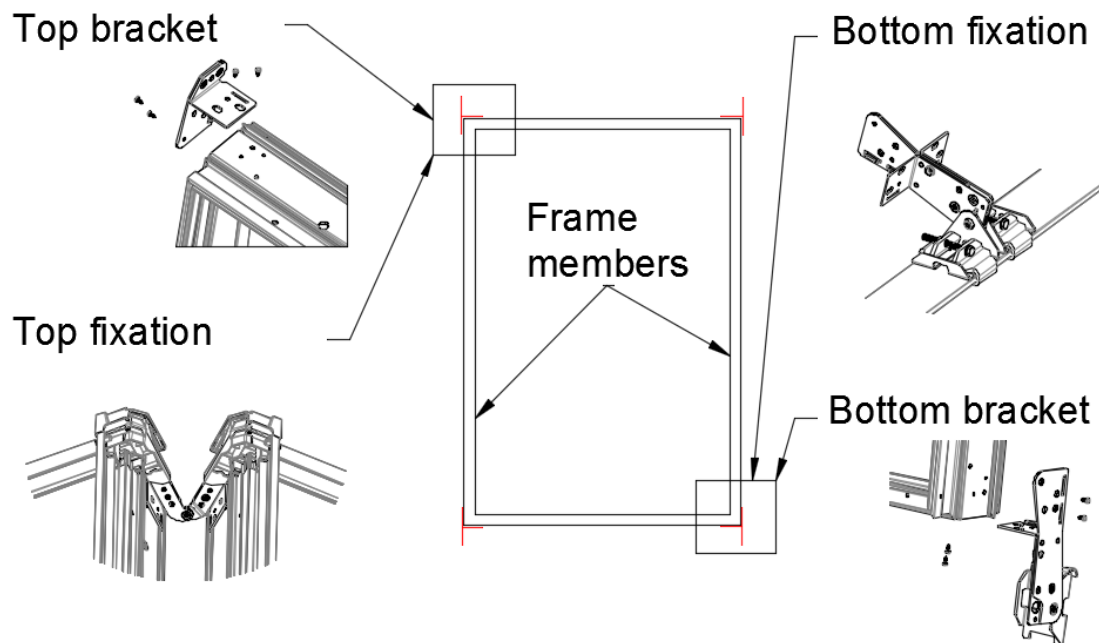
Technical details of the product

B.1 An example of the kit

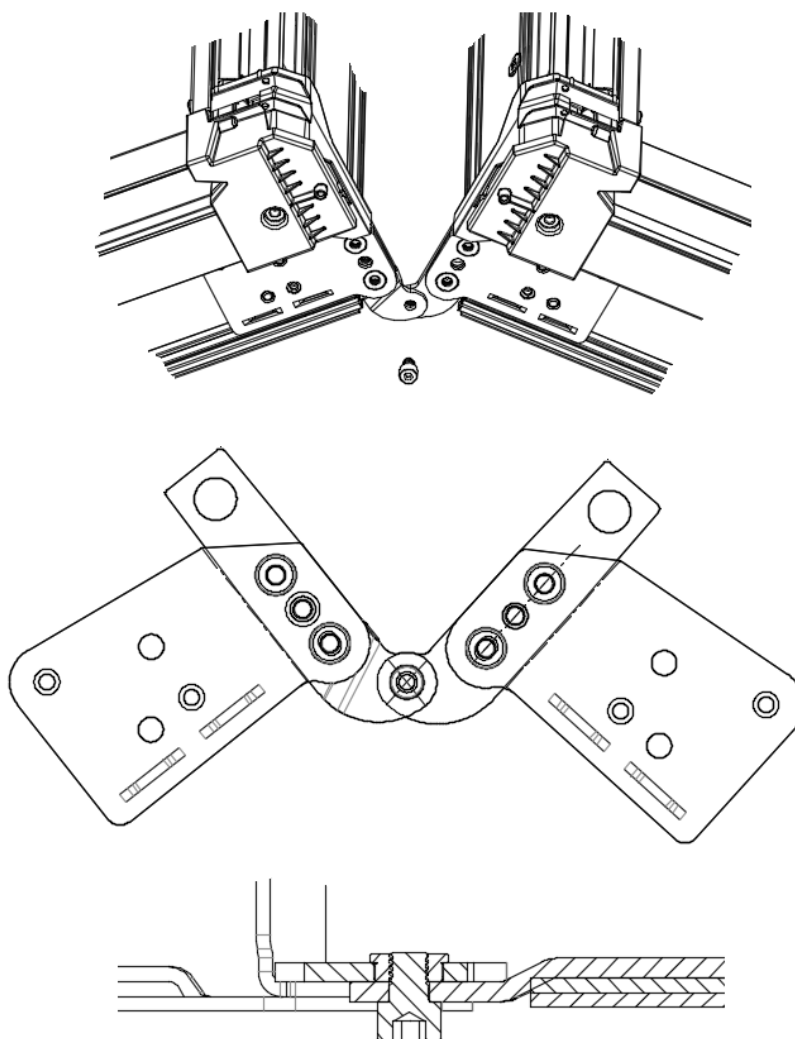


B.2 An example section of the kit

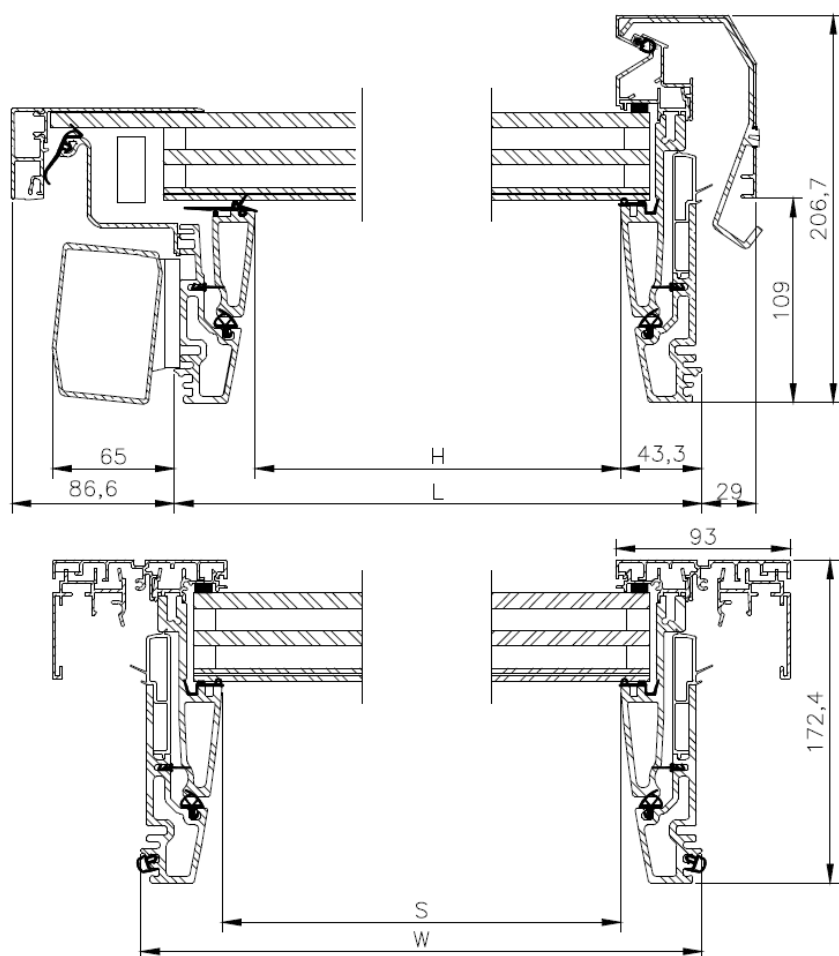




B.4 Top connection of the kit with the top bolt

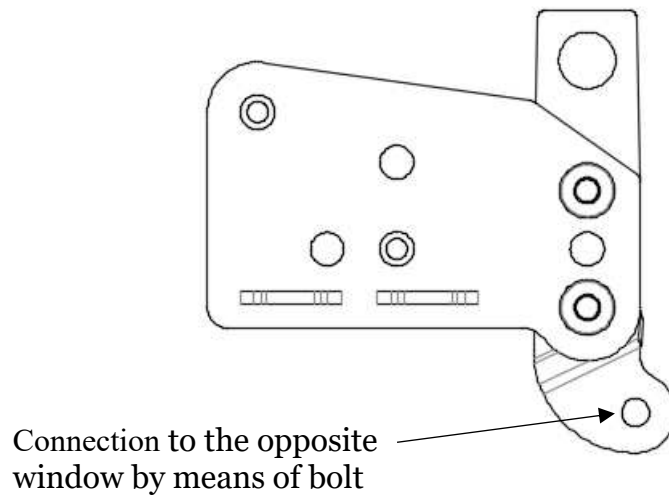


B.5 Cross sections and main dimensions (measures in mm)

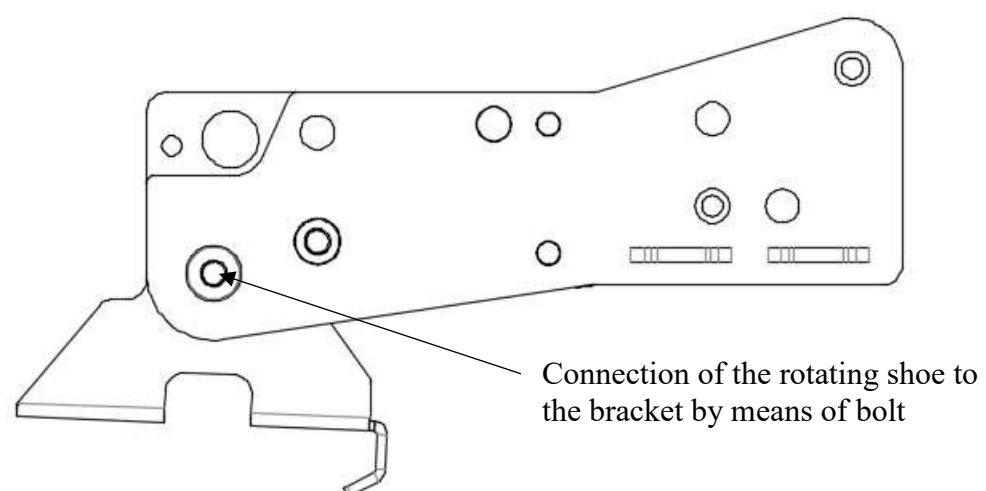


HVC dimensions		Frame outer dimension	Casement aperture
Size	Width	W	S (W-87)
067- - -		675	588
075- - -		750	663
080- - -		800	713
090- - -		900	813
100- - -		1000	913
Size	Height	L	H (L-87)
- - -080		800	713
- - -100		1000	913
- - -120		1200	1113
- - -140		1400	1313
- - -160		1600	1513
- - -180		1800	1713
- - -200		2000	1913
- - -220		2200	2113
- - -240		2400	2313

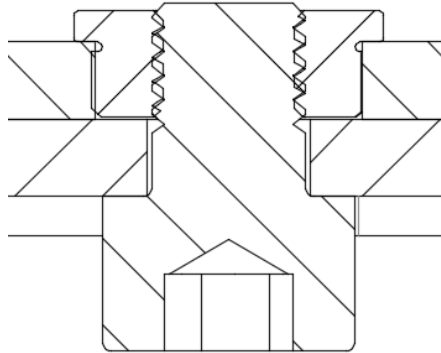
B.6 Top corner bracket



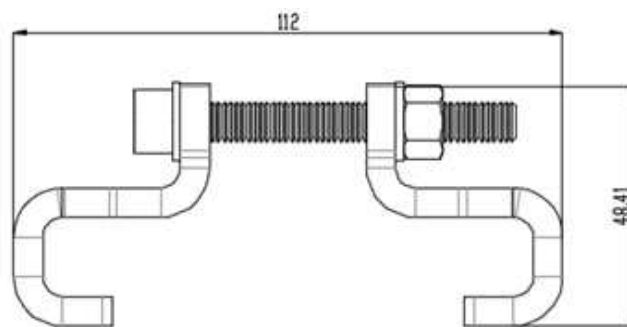
B.7 Bottom corner bracket with rotating shoe



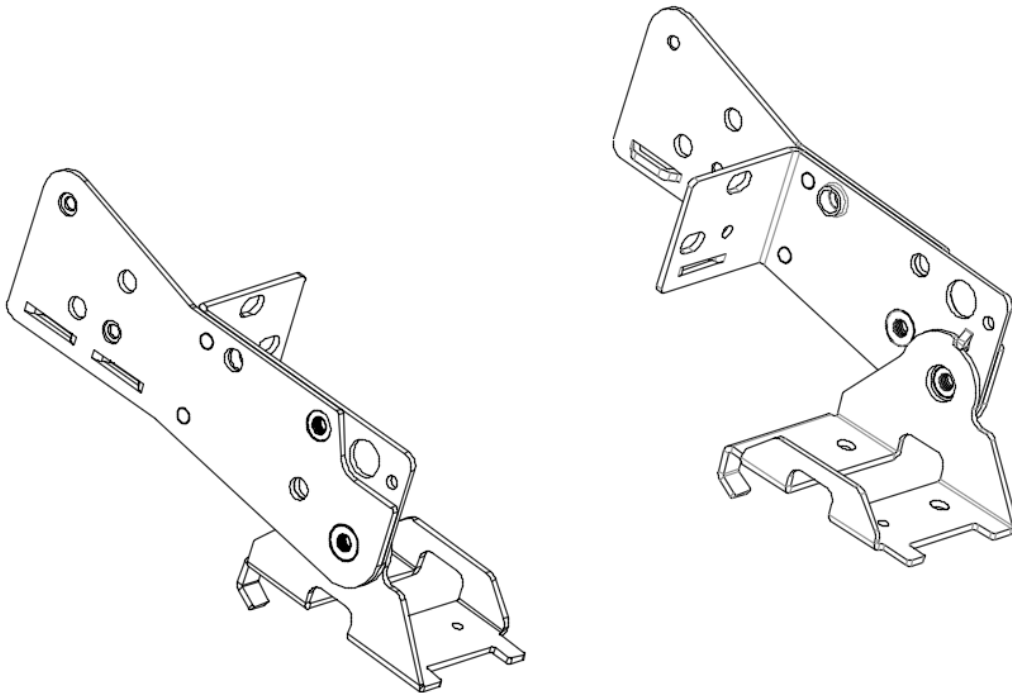
B.8 Bolt - Connection between the bottom bracket and rotating shoe and connection between the top brackets of opposite windows



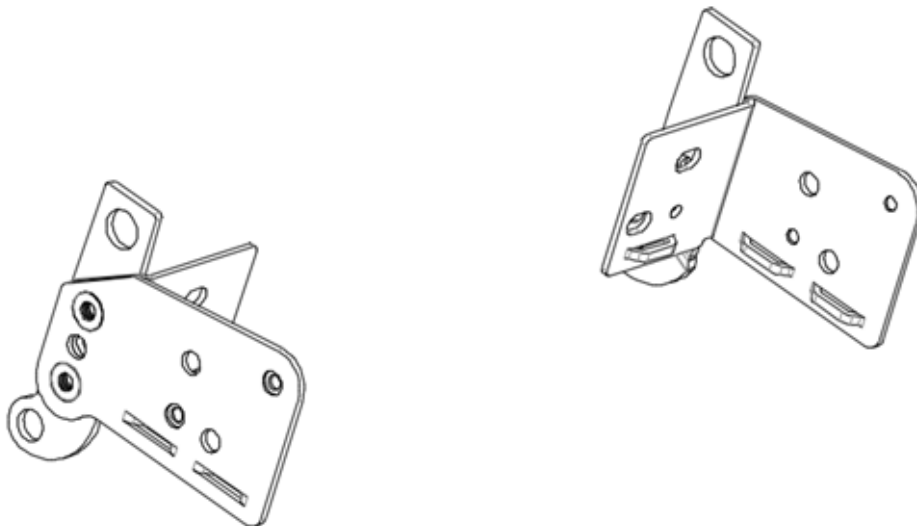
B.9 Mounting clamp (measures in mm)



B.10 Bottom corner brackets with rotating shoe



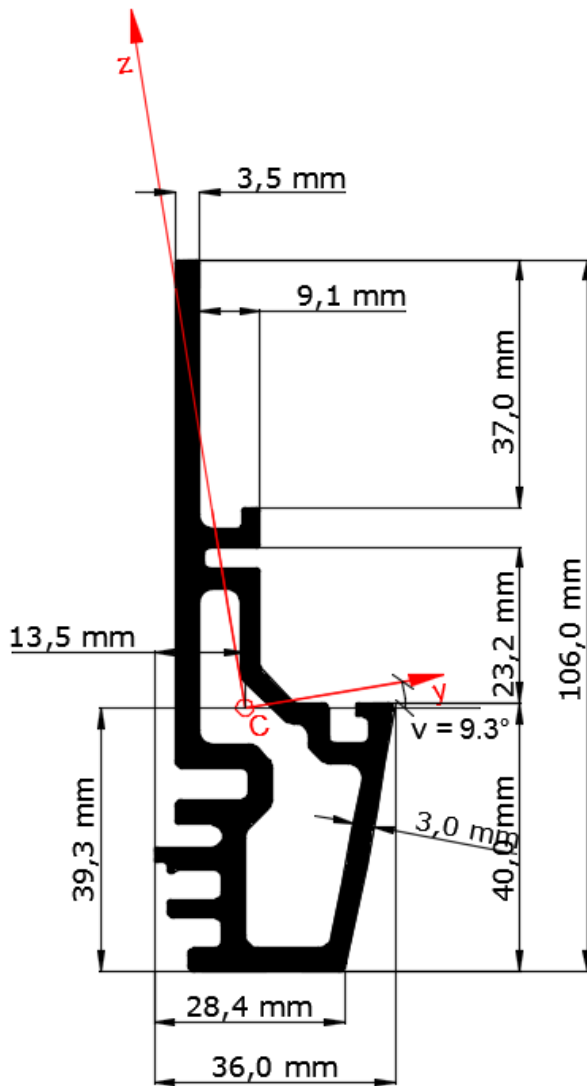
B.11 Top corner brackets



ANNEX C

Cross sections of the profiles

C.1 Openable window frame profile



Cross-sectional area:
 $A = 867 \text{ mm}^2$

Section modulus:
 $W_y = 9,93 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_z = 2,76 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Second moment of area:
 $I_y = 0,669 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_z = 0,0607 \times 10^6 \text{ mm}^4$

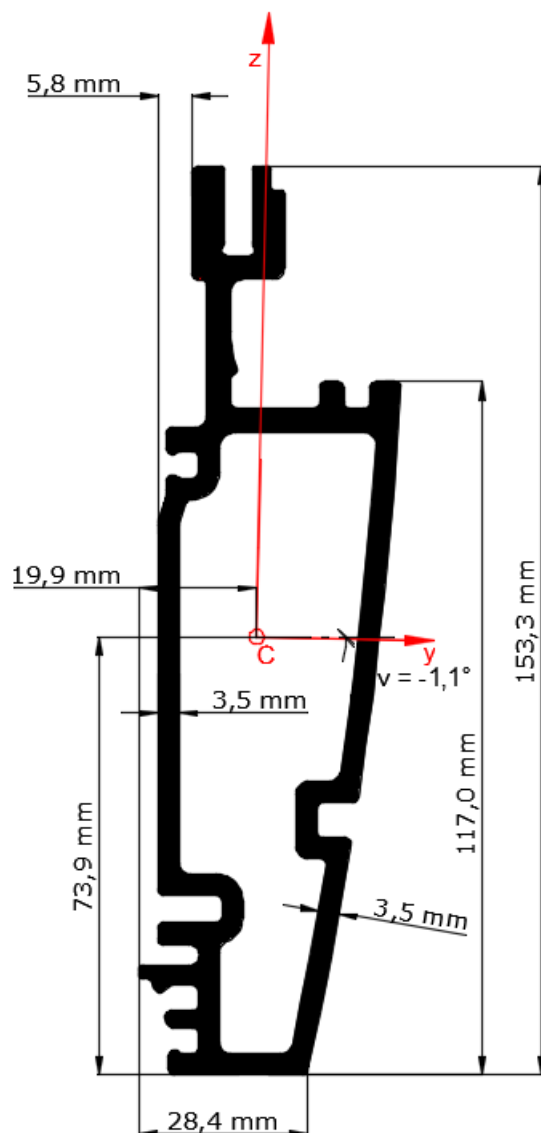
Angle of rotation for principle axis
 $v = 9,3^\circ$

$A_{web} \approx 550 \text{ mm}^2$ (1)

Note:

(1) A_{web} is a conservative value of the web area used for calculations of the shear stresses in the profile.

C.2 Fixed window frame profile – 2-layer glazing



Cross-sectional area:
 $A = 1502 \text{ mm}^2$

Section modulus:
 $W_y = 40,9 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_z = 10,0 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Second moment of area:
 $I_y = 3,25 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_z = 0,234 \times 10^6 \text{ mm}^4$

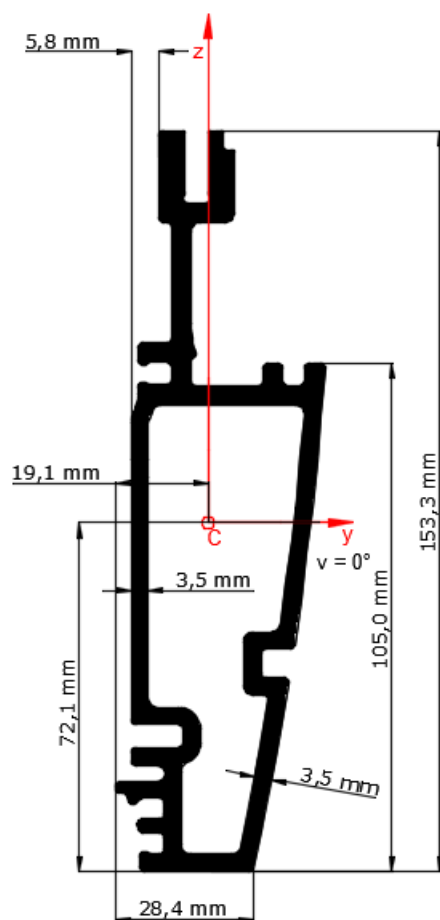
Angle of rotation for principle axis
 $v = -1,1^\circ$

$A_{web} \approx 900 \text{ mm}^2$ (1)

Note:

(1) A_{web} is a conservative value of the web area used for calculations of the shear stresses in the profile.

C.3 Fixed window frame profile – 3-layer glazing



Cross-sectional area:
 $A = 1467 \text{ mm}^2$

Section modulus:
 $W_y = 38,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_z = 8,74 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Second moment of area:
 $I_y = 3,10 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_z = 0,212 \times 10^6 \text{ mm}^4$

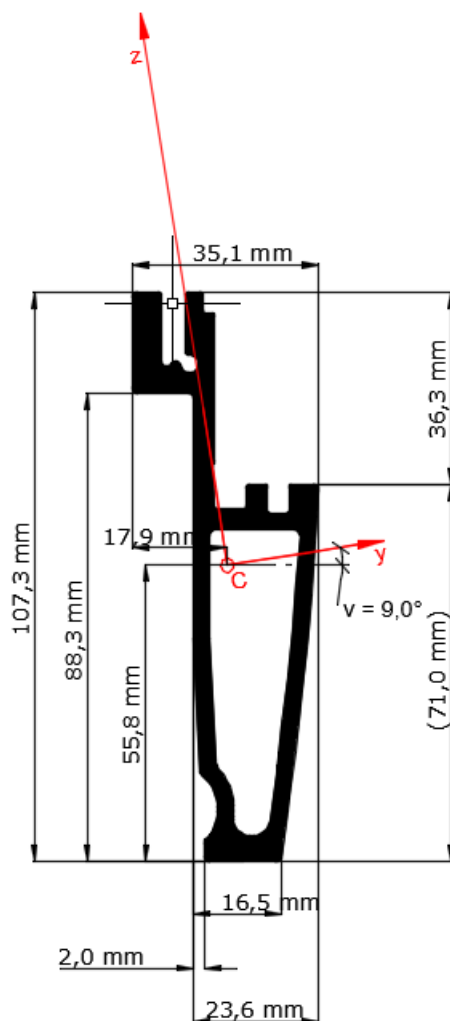
Angle of rotation for principle axis
 $v = 0,0^\circ$

$A_{web} \approx 900 \text{ mm}^2$ (1)

Note:

(1) A_{web} is a conservative value of the web area used for calculations of the shear

C.4 Openable window casement profile – 2-layer glazing



Cross-sectional area:
 $A = 857 \text{ mm}^2$

Section modulus:
 $W_y = 16,4 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_z = 2,82 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Second moment of area:
 $I_y = 0,930 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_z = 0,0543 \times 10^6 \text{ mm}^4$

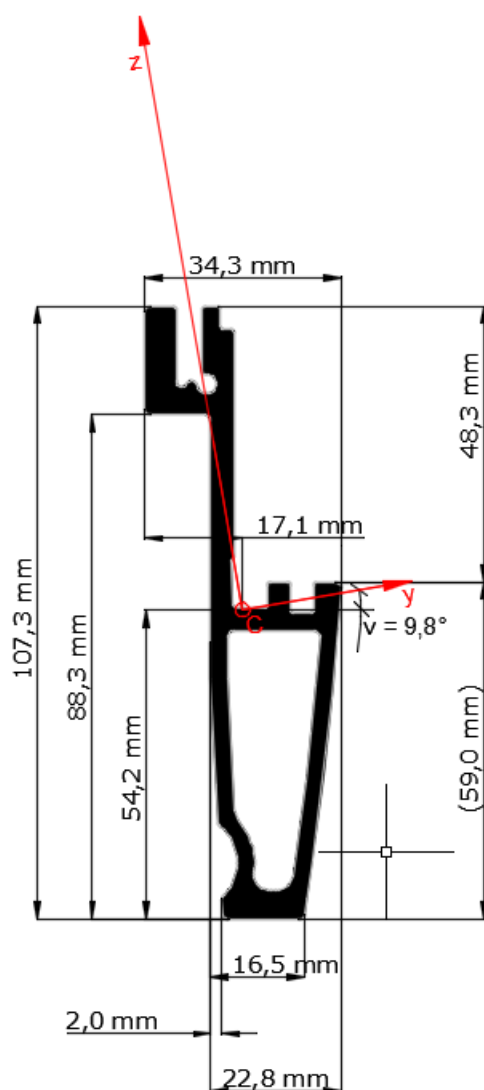
Angle of rotation for principle axis
 $v = 9,0^\circ$

$A_{web} \approx 600 \text{ mm}^2$ (1)

Note:

(1) A_{web} is a conservative value of the web area used for calculations of the shear stresses in the profile.

C.5 Openable window casement profile – 3-layer glazing



Cross-sectional area:
 $A = 826 \text{ mm}^2$

Section modulus:
 $W_y = 16,7 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_z = 2,25 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Second moment of area:
 $I_y = 0,922 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_z = 0,0398 \times 10^6 \text{ mm}^4$

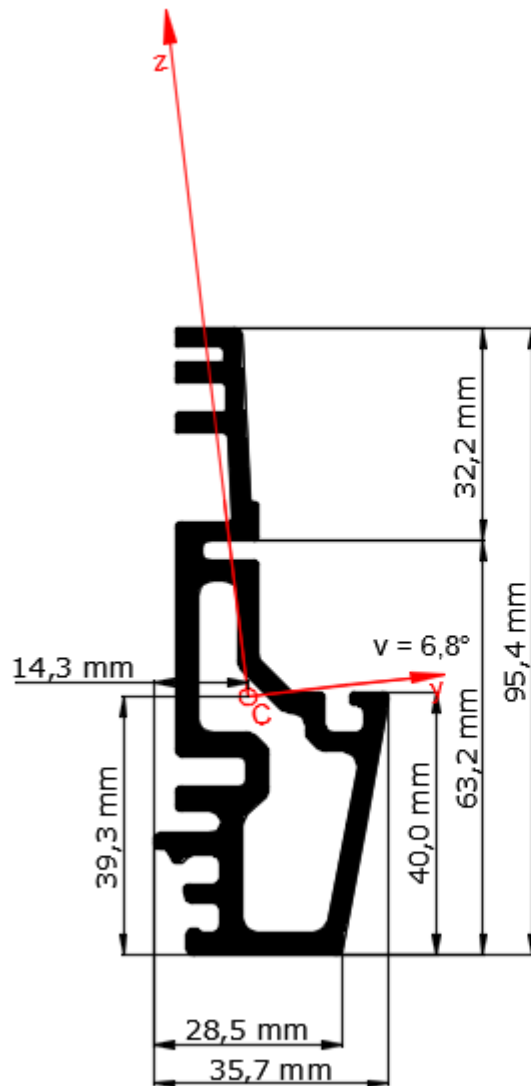
Angle of rotation for principle axis
 $v = 9,8^\circ$

$A_{web} \approx 550 \text{ mm}^2$ (1)

Note:

(1) A_{web} is a conservative value of the web area used for calculations of the shear stresses in the profile.

C.6 Openable window frame profile at the bottom



Cross-sectional area:
 $A = 867 \text{ mm}^2$

Section modulus:
 $W_y = 11,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_z = 2,86 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Second moment of area:
 $I_y = 0,634 \times 10^8 \text{ mm}^4$
 $I_z = 0,0605 \times 10^8 \text{ mm}^4$

Angle of rotation for principle axis
 $v = 6,8^\circ$

$A_{web} \approx 590 \text{ mm}^2$ (1)

Note:

(1) A_{web} is a conservative value of the web area used for calculations of the shear stresses in the profile.

ANNEX D

Test results

D.1 Small scale test results

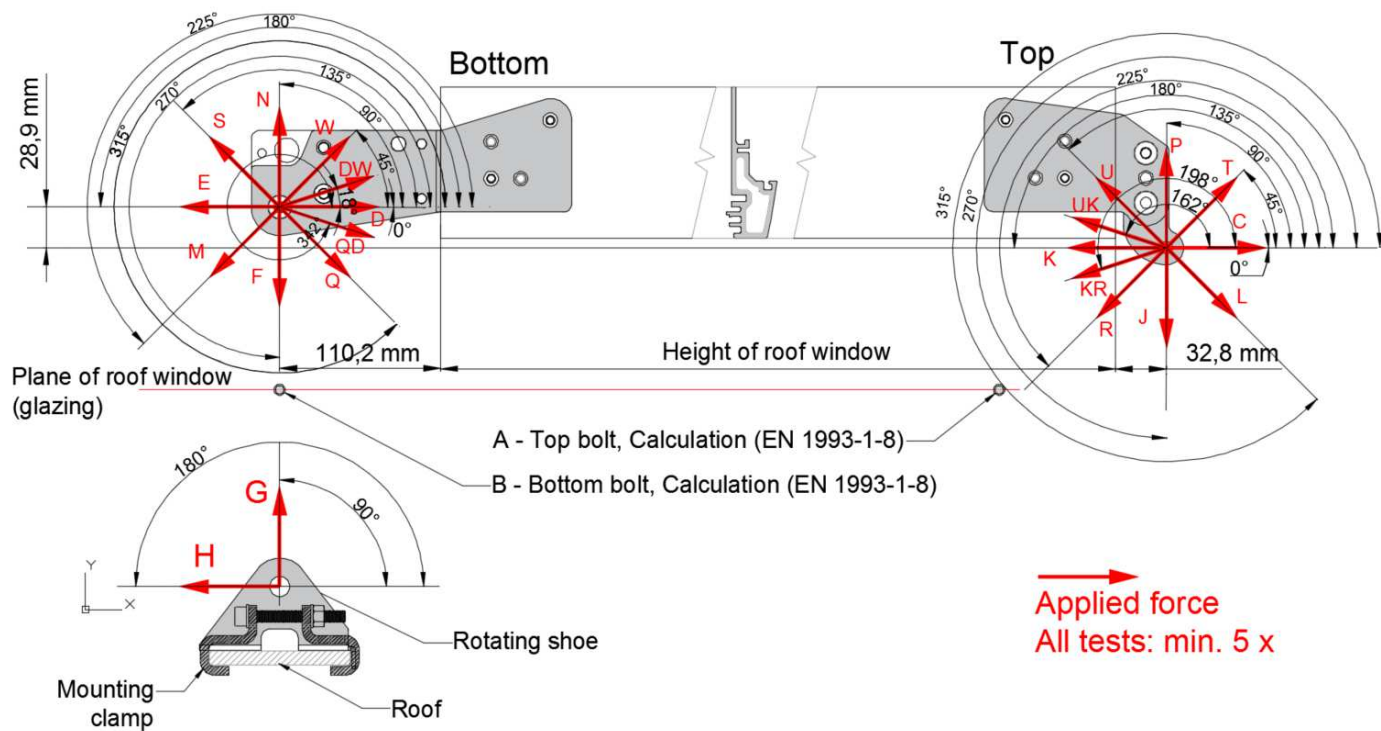
Small-scale tests		Value	Unit
a)	Density of the frame profiles – EN ISO 1183-1 (Method A-immersion)	2,076	g/cm ³
b)	Glass % of the frame profiles – EN ISO 1172 (Method B)	74,2	%
c)	Thermal expansion coefficients of the profiles (axial and transverse) – ISO 11359-2	Axial: 6,7 x 10 ⁻⁶ Transverse: 38,3 x 10 ⁻⁶	K ⁻¹

Small-scale tests (characteristic values)		Value	Unit
d)	Tensile strength (parallel to the glass fibre) – EN ISO 527-5	832,9	MPa
e)	Compression strength (parallel to the glass fibre) – EN ISO 14126 (Sample specimen type B1, loading fixture method; type 2- end loading)	465	MPa
f)	Bending strength (parallel to the glass fibre) – EN ISO 14125 (Method A)	1257	MPa
g)	E- modulus / flexural modulus (parallel to the glass fibre) – EN ISO 14125 (Method A) (1)	39,5	GPa
h)	G-modulus – EN ISO 14129 (2)	3,1	GPa
i)	Shear strength – EN ISO 14130	53,8	MPa

Notes:

- (1) Mean value, confidence level 75%, unknown standard deviation: 41,6 GPa. (See ISO 16269-6:2014)
- (2) Mean value, confidence level 75%, unknown standard deviation: 3,4 GPa. (See ISO 16269-6:2014)

D.2 Hardware connection (test and calculation results)

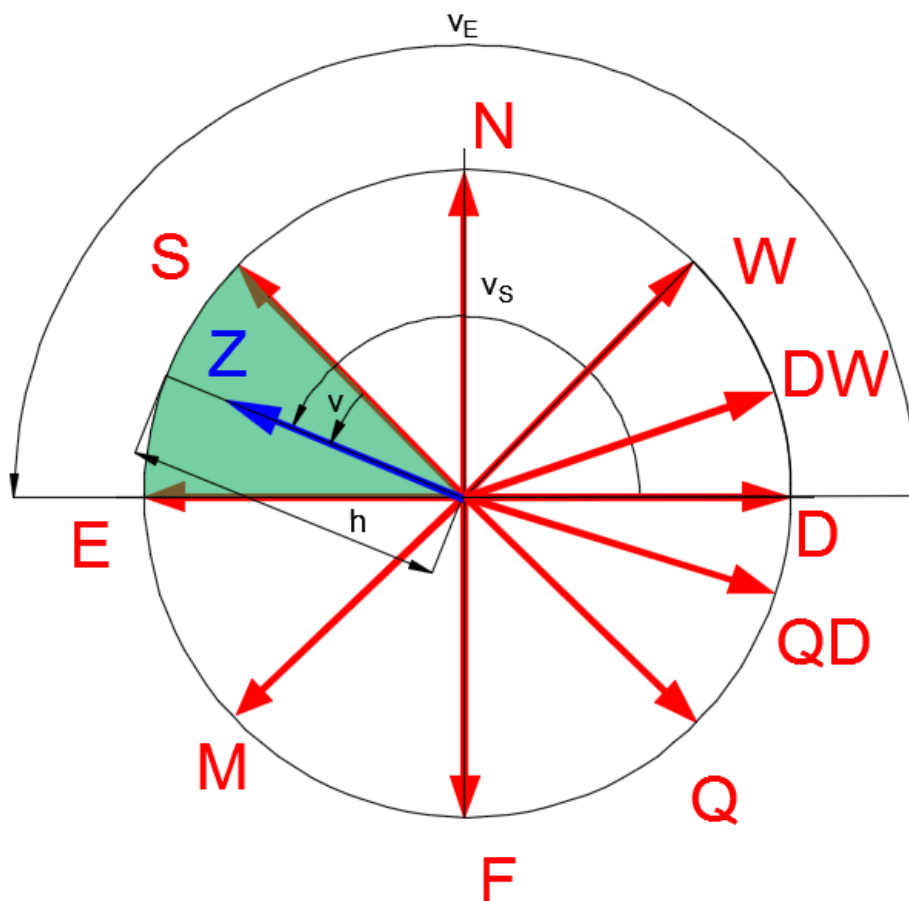


	Element/Connection	Value (kN)
A	Top bolt connection (calculated minimum)	13,5 (4)
B	Bottom bolt connection (calculated minimum)	17,6 (4)
G	Rotating shoe/mounting clamp/roof connection in 90°	20,3
H	Rotating shoe/mounting clamp/roof connection in 180°	28,2

	Element/Connection	Value (kN) (3)			
		Product variant			
		HFC 100240 0010B	HVC 100240 0010B	HFC 100240 0016TB	HVC 100240 0016TB
C	Top corner bracket/frame connection in 0°	8,5	11,2	9,0	10,9
D	Bottom corner bracket/frame connection in 0°	11,9	11,9	10,9	12,4
E	Bottom corner bracket/frame connection in 180°	8,5	11,2	9,0	10,9
F	Bottom corner bracket/frame connection in 270°	3,9	2,0	4,3	2,1
J	Top corner bracket/frame connection in 270°	3,9	2,0	4,3	2,1
K	Top corner bracket/frame connection in 180°	11,9	11,9	10,9	12,4
L	Top corner bracket/frame connection in 315°	6,2	3,4	6,0	3,5
M	Bottom corner bracket/frame connection in 225°	6,2	3,4	6,0	3,5
N	Bottom corner bracket/frame connection in 90°	6,0	6,0	6,2	5,7
P	Top corner bracket/frame connection in 90°	6,0	6,0	6,2	5,7
Q	Bottom corner bracket/frame connection in 315°	5,4	3,0	5,0	3,6
R	Top corner bracket/frame connection in 225°	5,4	3,0	5,0	3,6
S	Bottom corner bracket/frame connection in 135°	7,8	8,2	8,1	7,5
T	Top corner bracket/frame connection in 45°	7,8	8,2	8,1	7,5
U	Top corner bracket/frame connection in 135°	8,6	9,3	8,6	9,0
W	Bottom corner bracket/frame connection in 45°	8,6	9,3	8,6	9,0
DW	Bottom corner bracket/frame connection in 18°	13,8	16,8	13,3	17,1
UK	Top corner bracket/frame connection in 162°	13,8	16,8	13,3	17,1
QD	Bottom corner bracket/frame connection in 342°	10,0	6,4	10,2	6,1
KR	Top corner bracket/frame connection in 198°	10,0	6,4	10,2	6,1

- (3) Without influence caused by nationally determined magnification and reduction factors (duration, aging/environment, temperature, i.e. $C_t = C_u = C_Q = 1$ and $K_t = K_u = K_Q = 1$, see ETAG 010, 6.3.1.2)
- (4) Strength of the bottom and top bolt themselves: 17,6 kN

D.3 Strength of hardware connection in other directions than tested (principle)



Z: Result of structural calculations [kN]

v : Result of structural calculations [angle to the roof window]

h: Result of a linear interpolation [kN]

$$h = S + v^{\circ} * (E - S) / (v_E^{\circ} - v_S^{\circ})$$

Requirement: $h \geq Z$

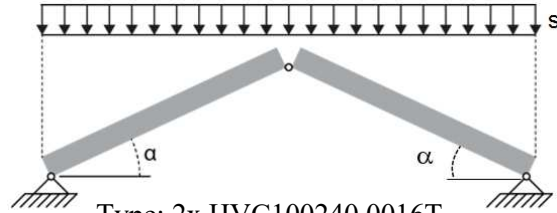
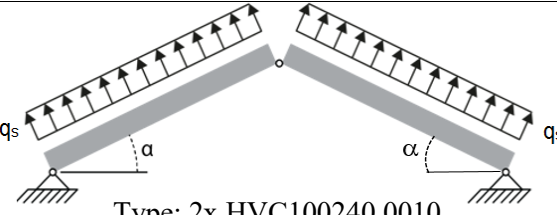
ANNEX E

Calculated characteristic load bearing capacity (q) without influence caused by nationally determined partial safety factors, magnification, and reduction factors (duration, aging/environment, temperature)

Notes:

- (1) $g_{MR} = 1$, $g_{MC} = 1$, $C_t = C_u = C_\theta = 1,0$ and $K_t = K_u = K_\theta = 1,0$ (see ETAG 010, 6.3.1.1 and 6.3.1.2)
 $g_{G,sup} = 1$, $g_{G,inf} = 1$ (see EN 1990:2007)
- (2) The load bearing capacity of the glazing shall be determined in accordance to EAD DP 14-22-0013-04.01, 2.2.2, 2.2.3

E.1 Typical applications

Application (examples)	α°	s/q _s [kN/m ²] (without self-weight)		
		ULS	SLS	
			1/300	1/150
 Type: 2x HVC100240 0016T (1000mm x 2400mm) Glazing: 22 mm glass in total	25°	9,0	1,5	3,8
	30°	10,6	1,6	4,0
	35°	12,0	1,7	4,2
	40°	13,7	1,9	4,6
 Type: 2x HVC100240 0010 (1000mm x 2400mm) Glazing: 14 mm glass in total	25°	5,0	1,9	3,4
	30°	5,1	1,9	3,3
	35°	5,0	1,9	3,3
	40°	4,4	1,9	3,3

The self-weight (including hardware, lining, cladding and flashing) of the fixed window (G_f and g_f) and the openable window (G_v and g_v) shall be calculated as follows:

$$G_f = (W-12) * (L-96) * t * 25 * 10^{-9} + 2(W+L) * 57 * 10^{-6} \quad [\text{kN}]$$

$$g_f = G_f / (W * L) * 10^6 \quad [\text{kN/m}^2]$$

and

$$G_v = (W-12) * (L-96) * t * 25 * 10^{-9} + 2(W+L) * 96 * 10^{-6} \quad [\text{kN}]$$

$$g_v = G_v / (W * L) * 10^6 \quad [\text{kN/m}^2]$$

where;

W = Width of the window in mm
 L = Height of the window in mm
 t = Total thickness of glass in mm

E.2 Calculation example

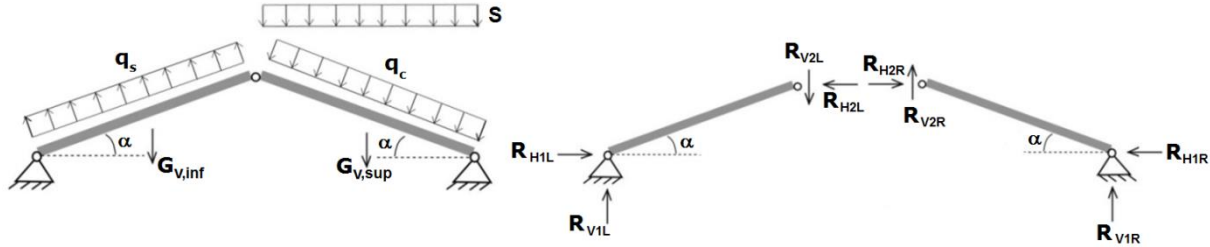
Asymmetric load

To demonstrate the calculation procedure, a VELUX modular skylight self-supporting ridgetlight application under asymmetric wind and snow load is examined.

Geometry and roof window variant is the same as in the wind load example in Annex E.1:

2 x HVC1002400 0010 (1000mm x 2400mm). Glazing: 14mm glass in total.

The pitch is $\alpha = 25^\circ$.



Corrections in height and angle

Because of the brackets, it is necessary to correct the calculation angle and the profile height. On the Figure in Annex D.2 the $\Delta L_1 = 110,2$ mm and $\Delta L_2 = 43,7$ mm for the brackets can be found. ΔL_2 can be transformed into a parallel part $\Delta L_{2||} = 32,8$ mm and a perpendicular part $\Delta L_{2\perp} = 28,9$ mm.

ΔL_1 and ΔL_2 are constants no matter the height L or angle α of the glazing.

The corrected height can thereby be found:

$$L_{cor} = \sqrt{(L + \Delta L_1 + \Delta L_{2||})^2 + (\Delta L_{2\perp})^2} = \sqrt{(2400mm + 110,2mm + 32,8mm)^2 + (28,9mm)^2} = 2543mm$$

The corrected angle is found:

$$\Delta\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta L_{2\perp}}{L + \Delta L_1 + \Delta L_{2||}}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{28,9mm}{2400mm + 110,2mm + 32,8mm}\right) = 0,65^\circ$$

$$\alpha_{cor} = \alpha - \Delta\alpha = 25^\circ - 0,7^\circ = 24,3^\circ$$

For deflection calculations of an upwards load for an openable window, only the casement will deflect. Therefore, only the height of the casement profile and correct angle hereof should be used for the deflections calculations. From the Figure below $\Delta L_{1,up,dfi} = -9,7$ mm, $\Delta L_{2||,up,dfi} = 23,5$ mm and $\Delta L_{2\perp,up,dfi} = 24$ mm are found.

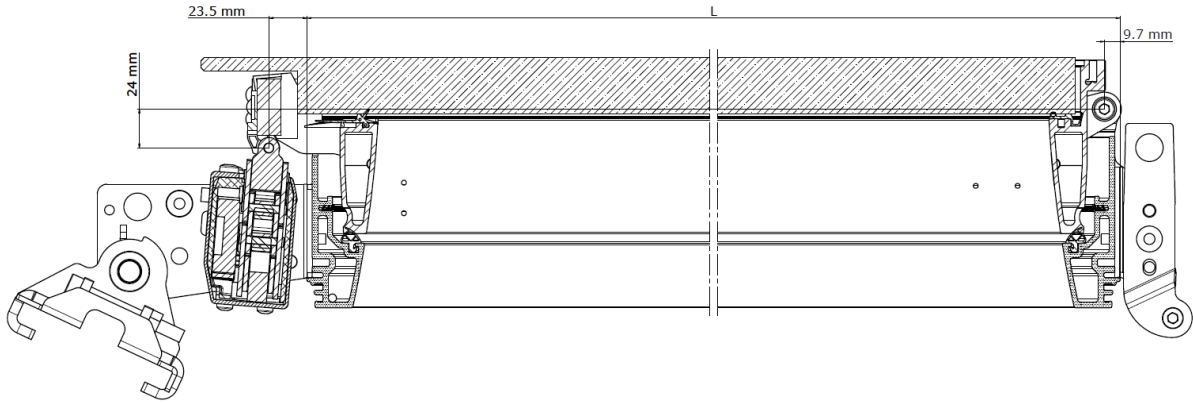
The corrected height $L_{cor,up,dfi}$ can thereby be found:

$$L_{cor,up,dfi} = \sqrt{(L + \Delta L_{1,up,dfi} + \Delta L_{2||,up,dfi})^2 + (\Delta L_{2\perp,up,dfi})^2} \\ = \sqrt{(2400mm - 9,7mm + 23,5mm)^2 + (24mm)^2} = 2414mm$$

The corrected angle is found:

$$\Delta\alpha_{up,dfi} = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta L_{2\perp,up,dfi}}{L + \Delta L_{1,up,dfi} + \Delta L_{2||,up,dfi}}\right) \\ = \sin^{-1}\left(\frac{24mm}{2400mm - 9,7mm + 23,5mm}\right) = 0,57^\circ$$

$$\alpha_{cor,up,dfi} = \alpha + \Delta\alpha_{up,dfi} = 25^\circ + 0,6^\circ = 25,6^\circ$$



The measurements $\Delta L_{1,up,dfl} = -9,7 \text{ mm}$, $\Delta L_{2ll,up,dfl} = 23,5 \text{ mm}$ and $\Delta L_{2L,up,dfl} = 24 \text{ mm}$ are constants.

Loads

Self-weight on each side frame/casement:

$$G_v = \frac{1}{2} \cdot ((W - 12) \cdot (L - 96) \cdot t \cdot 25 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot (W + L) \cdot 96 \cdot 10^{-6})$$

$$= \frac{1}{2} \cdot ((1000 - 12) \cdot (2400 - 96) \cdot 14 \cdot 25 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot (1000 + 2400) \cdot 96 \cdot 10^{-6}) = 0,72 \text{ kN}$$

In this example, the wind peak velocity pressure is set to $0,8 \text{ kN/m}^2$ and the shape factor is set to $0,5$ for wind pressure (q_c) and $-0,5$ for wind suction (q_s). Hence, the load is

$$q_c = q_s = 0,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \text{ m} = 0,2 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

The wind load is split into a vertical and a horizontal component, using the original angle α . Using the corrected height, L_{cor} to find the equivalent concentrated load.

$$Q_{sH} = Q_{cH} = q_c \cdot L_{cor} \cdot \sin(\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot 2,543 \text{ m} \cdot \sin(25^\circ) = 0,21 \text{ kN on each side frame/casement}$$

$$Q_{sV} = Q_{cV} = q_c \cdot L_{cor} \cdot \cos(\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot 2,543 \text{ m} \cdot \cos(25^\circ) = 0,46 \text{ kN on each side frame/casement}$$

For the snow load (s) in this example the two C factors (according to EN 1991-1-3) are set to $1,0$, the shape factor μ_2 set to $0,8$ and the characteristic value of snow load on the ground $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$, given the snow load s :

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \text{ kN/m}^2 = 0,8 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 0,4 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

The snow load is only vertical, and the corrected height L_{cor} is used to find the equivalent concentrated load.

$$S_V = s \cdot \cos(\alpha) \cdot L_{cor} = 0,4 \text{ kN/m} \cdot \cos(25^\circ) \cdot 2,543 \text{ m} = 0,92 \text{ kN}$$

Reactions in brackets

The corrected height L_{cor} and angle α_{cor} are used in the static system to determine the reactions.

These calculations are not presented here.

Reactions are calculated separately for each load type and are found in Table E.2.1. For the Characteristic load combination, the three load types are simply added together:

$$\text{Characteristic load combination: } 1,0 \cdot G_v + 1,0 \cdot q + 1,0 \cdot S$$

Table E.2.1, Horizontal and vertical reactions of the brackets

Load type	R _{H1L} [kN]	R _{V1L} [kN]	R _{H2L} [kN]	R _{V2L} [kN]	R _{H2R} [kN]	R _{V2R} [kN]	R _{H1R} [kN]	R _{V1R} [kN]
G _v	0,80	0,72	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	0,72
Q _s and Q _c	0,21	-0,18	0,00	0,28	0,00	0,28	-0,21	0,18
S	0,51	0,23	0,51	0,23	0,51	0,23	0,51	0,69
Characteristic combi.	1,52	0,77	1,31	0,51	1,31	0,51	1,10	1,59

The resulting bracket forces and utilization hereof are found in Table E.2.2 for the characteristic load combination. The bearing resistances of the brackets in the resulting angle are found by linear interpolation between the two neighbouring bearing resistances, see Annex D.2 and D.3.

Table E.2.2, Brackets forces (resultants) and utilization for the characteristic load combination

	R _{1L}	R _{2L}	R _{2R}	R _{1R}
Bracket reaction force, k [kN]	1,70	1,40	1,40	1,93
Angle according to Annex D2 [°]	1,8	176,2	133,8	30,4
Bearing resistance, k [kN]	12,40	12,93	9,21	13,34
Utilization [%]	14	11	15	14

Bending in frame and casement profile

The line load from self-weight perpendicular to the roof window is denoted g_p and perpendicular line load from the snow pressure is denoted s_p . The corrected height is applied but the original angle is used:

$$g_p = \frac{G_V \cdot \cos(\alpha)}{L_{cor}} = \frac{0,72 \cdot \cos(25)}{2,543} = 0,26 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$q_c = \frac{0,20 \text{ kN}}{m} \text{ on each side frame/casement}$$

$$s_p = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(\alpha) = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(25) = 0,36 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot (g_p + q_c + s_p) \cdot L_{cor}^2 = \frac{1}{8} \cdot (0,26 + 0,20 + 0,36) \text{ kN/m} \cdot (2,543 \text{ m})^2 = 0,66 \text{ kNm}$$

$$M_{frame} = M \cdot \frac{I_{frame}}{I_{frame} + I_{casement}} = 0,66 \text{ kNm} \cdot \frac{0,669}{0,669 + 0,930} = 0,28 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{frame} \approx \frac{M_{frame}}{W_{y,frame}} = \frac{0,28 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{9,93 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 28,1 \text{ N/mm}^2 \ll 1257 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{casement} = M \cdot \frac{I_{casement}}{I_{frame} + I_{casement}} = 0,66 \text{ kNm} \cdot \frac{0,930}{0,669 + 0,930} = 0,38 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{frame} \approx \frac{M_{frame}}{W_{y,frame}} = \frac{0,38 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{16,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 23,2 \text{ N/mm}^2 \ll 1257 \text{ N/mm}^2$$

Here, the characteristic bending strength is taken from Annex D.1. Second moment of area and section modulus are taken from Annex C.1 and C.4. The rotation of the main axis is ignored, as it has little influence on the result, and the resulting stress is much lower than the bending strength.

Shear force in frame profile

The shear force is generally taken in combination by the frame and casement profile, but near the ends of the roof window, the entire shear force is taken by the frame profile. The original angle is used.

Largest shear force is in the right roof window in this example:

$$\begin{aligned} V_{frame} &= R_{V1R} \cdot \cos(\alpha) - R_{H1R} \cdot \sin(\alpha) \\ &= 1,59 \text{ kN} \cdot \cos(25) - 1,10 \text{ kN} \cdot \sin(25) \\ &= 0,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\tau_{frame} = \frac{V_{frame}}{A_{web}} \approx \frac{0,98 \cdot 10^3 \text{ N}}{550 \text{ mm}^2} = 1,8 \text{ N/mm}^2 \ll 53,8 \text{ N/mm}^2$$

Here, the characteristic shear strength is taken from Annex D.1 and A_{web} from Annex C1.

Deflection

Deflection of the roof window at mid height, perpendicular to the corrected roof window angle for the left side:

$$g_{p,cor} = \frac{G_V \cdot \cos(\alpha_{cor})}{L_{cor}} = \frac{0,72 \cdot \cos(24,3)}{2,543} = 0,26 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$q_{s,cor} = 0,20 \text{ kN/m} \cdot \cos(-\Delta\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot \cos(0,7) = 0,20 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_{p,cor} - q_{s,cor}) \cdot L_{cor}^4}{E \cdot (I_{frame} + I_{casement})} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(0,26 - 0,20) \text{ N/mm} \cdot (2543 \text{ mm})^4}{41600 \text{ N/mm}^2 \cdot (0,669 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 + 0,930 \cdot 10^6 \text{ mm}^4)} = 0,5 \text{ mm} < \frac{L}{150} = 16 \text{ mm}$$

E is the E-modulus mean value, taken from Annex D.1 note 1.

Deflection of the roof window at mid height, perpendicular to the corrected roof window angle for the right side:

$$g_{p,cor} = \frac{G_V \cdot \cos(\alpha_{cor})}{L_{cor}} = \frac{0,72 \cdot \cos(24,3)}{2,543} = 0,26 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$q_{c,cor} = 0,20 \text{ kN/m} \cdot \cos(-\Delta\alpha) = 0,2 \text{ kN/m} \cdot \cos(0,7) = 0,20 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$s_{p,cor} = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(\alpha_{cor}) = 0,40 \text{ kN/m} \cdot \cos(24,3) = 0,36 \text{ kN/m}, \text{ on each side frame/casement}$$

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_{p,cor} + q_{c,cor} + s_{p,cor}) \cdot L_{cor}^4}{E \cdot (I_{frame} + I_{casement})} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(0,26 + 0,20 + 0,36) \text{ N/mm} \cdot (2543 \text{ mm})^4}{41600 \text{ N/mm}^2 \cdot (0,669 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 + 0,930 \cdot 10^6 \text{ mm}^4)} = 6,7 \text{ mm} < \frac{L}{150} = 16 \text{ mm}$$

E is the E-modulus mean value, taken from Annex D.1 note 1.

ANNEX F

Assessment of characteristics

Characteristic	Performance	Reference EAD 220013- 01-04.01
3.1 Load bearing capacity of the glazing (BWR1) - Resistance to wind load - Resistance to snow and permanent load	See the CE marking of window See the CE marking of window	2.2.2 2.2.3
3.2 Safety in case of fire (BWR2) - Reaction to fire (Hardware) - Reaction to fire (Profiles) - External fire performance	See the CE marking of window See the CE marking of window See the CE marking of window	2.2.4 2.2.4 2.2.5
3.3 Hygiene, health and the environment (BWR3) - Watertightness	See the CE marking of window	2.2.7
3.4 Safety and accessibility (BWR4) - Impact resistance - Load bearing capacity of safety devices	See the CE marking of window See the CE marking of window	2.2.8 2.2.9
3.5 Protection against noise (BWR5) - Acoustic performance	See the CE marking of window	2.2.10
3.6 Energy economy and heat retention (BWR65) - Thermal transmittance - Solar factor - Light transmittance - Air permeability	See the CE marking of window See the CE marking of window See the CE marking of window See the CE marking of window	2.2.11 2.2.12 2.2.12 2.2.13
Durability		2.2.14