

PROJEKT:

## Glasbrüstungssystem Defender DF810DK (DE)

INHALT:

### 01 Ermittlung Widerstände des Systems mittels statischer Bemessung

REV.: 00

DATUM: 13/12/2023

Auftraggeber:

Logli Massimo S.p.A  
Via Giovanni Bensi, 8  
I - 20152 Milano

**solidic**  
STRUCTURAL ENGINEERING

Nicolodistraße 39  
I-39100 Bozen (BZ)

T +39 0471 180 00 23

info@solidic.it

www.solidic.it

Bearbeiter

DI Felix Bertagnolli



*Felix Bertagnolli*

## Änderungen

REV.	Datum	Bearbeiter	Kommentare
00	13.12.2023	BF	Erstfassung

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Grundlagen.....	5
1.1	Beschreibung.....	5
1.2	Aufstellungsort.....	8
1.3	Lebensdauer.....	8
1.4	Statisches Konzept.....	8
1.5	Berücksichtigte Grenzzustände.....	8
1.6	Absturzsicherheit - Pendelschlagversuch.....	8
1.7	Geometrie.....	9
1.8	Normative Grundlagen Deutschland.....	13
1.8.1	Allgemeines.....	13
1.8.2	Lastannahmen.....	13
1.8.3	Aluminium.....	13
1.8.4	Glasbau.....	13
1.9	Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite laut DIN.....	14
1.10	Dauerhaftigkeit lt. EN 1990 2.4.....	14
1.11	Verwendete Programme.....	14
2	Materialien.....	15
2.1	Aluminium nach EN 1999-1-1.....	15
2.2	Glas nach DIN 18008.....	17
2.3	Zwischenfolie.....	17
2.3.1	PVB.....	17
2.3.2	SGP-Folie.....	18
3	Lasten.....	19
3.1	Horizontale Holmlast.....	19
3.2	Lastkombination Holm + Wind.....	19

4	Statische Berechnung.....	20
4.1	Glasbemessung.....	20
4.1.1	Allgemeines.....	20
4.1.2	Glasbemessung mit Mepla .....	24
4.1.3	Ergebnistabellen Glasbemessung DF810DK - Lasten nach außen.....	30
4.1.4	Ergebnistabellen Glasbemessung DF810DK - Lasten nach innen .....	37
4.2	Bemessung Aluminiumprofil.....	41
4.2.1	Allgemeine Informationen .....	41
4.2.2	Ergebnistabellen Profilbemessung DF810DK - nach außen.....	43
4.2.3	Ergebnistabellen Profilbemessung DF810DK - nach innen .....	45
5	Zusammenfassung Ergebnisse Glas- und Profilbemessung .....	47
5.1	Maximale zusätzlich zur Holmlast aufnehmbare Windlast wk.....	47
5.2	Zusammenfassung Systemwiderstand für Holmlasten .....	50
5.3	Reaktionskräfte Verankerung .....	52
	Anhang - Numerische Berechnung .....	54
a)	Grundlagen der numerischen Berechnung .....	54
b)	Ergebnisse numerische Berechnung DF810DK .....	60

# 1 Grundlagen

## 1.1 Beschreibung

Auf den folgenden Seiten ist die Ermittlung der maximalen Traglast des Ganzglasgeländers **Defender DF810DK** der Firma **Massimo Logli** für die Anwendung in Deutschland (DE) dokumentiert. Die Berechnung des Brüstungssystems (Glas + Basisprofil in Aluminium) erfolgt nach den in Deutschland geltenden Vorschriften und dem Stand der Technik. Das absturzsichernde Glasgeländer entspricht einer unten eingespannten Glasbrüstung der Kategorie B nach DIN 18008-4. Die statischen Berechnungen wurden unter Berücksichtigung einer variablen Brüstungshöhe von 600 mm bis 1600 mm für eine lineare Holmlast  $h_k$  von 0.5 kN/m, 1.0 kN/m und 2.0 kN/m in Absturzrichtung sowie für 0.50 kN/m und 1.0 kN/m entgegen der Absturzrichtung entsprechend der DIN EN 1991-1-1.NA durchgeführt. Die minimale Glasbreite in den Berechnungen beträgt 500 mm. Bei absturzsichernden Einbausituationen (Kat. B lt. DIN 18008-4) sind zusätzlich die minimalen und maximalen Abmessungen aus der **AbP-P-2023-3022** (Absturzsicherheit) einzuhalten.

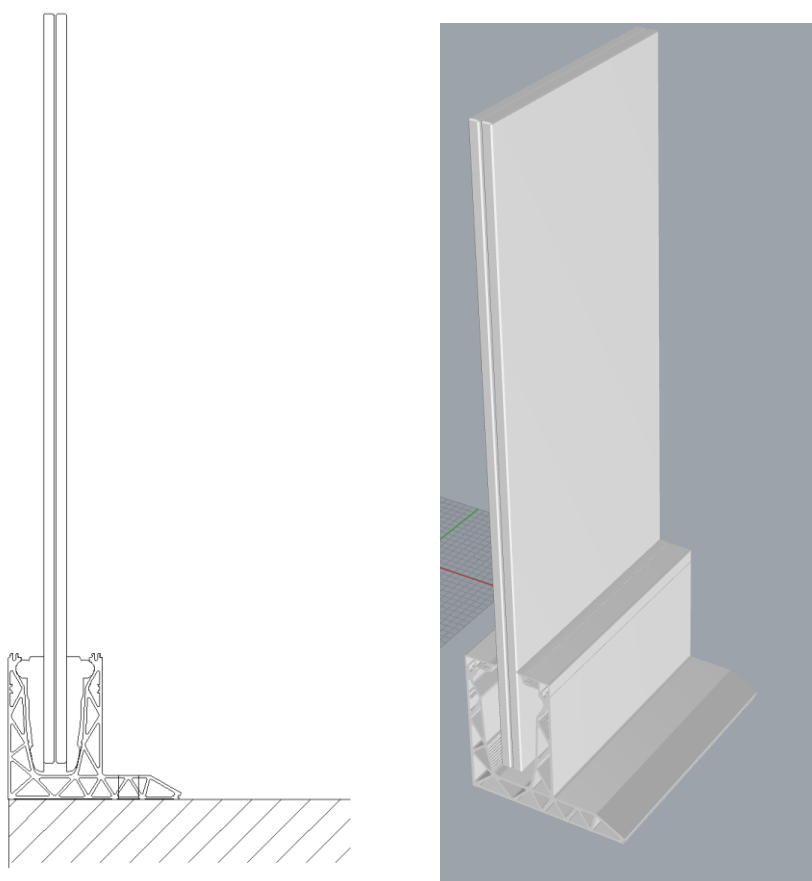
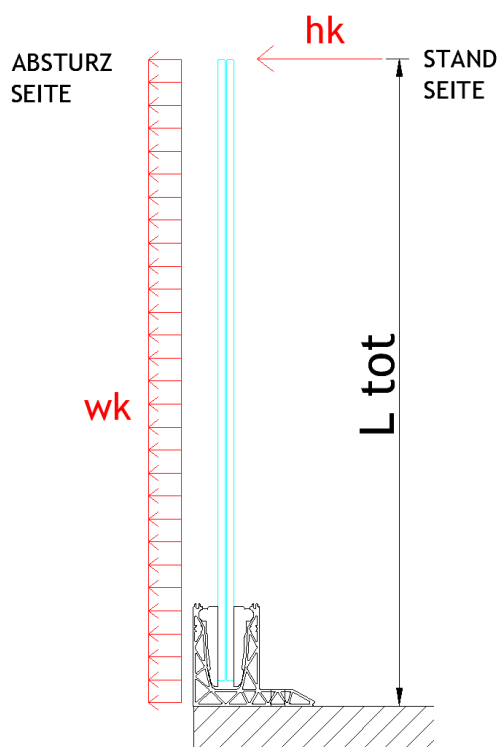


Abb: Brüstungssystem Defender DF810DK

Die Referenzhöhen  $L_{tot}$  in den Ergebnistabellen und -grafiken beziehen sich für das System DF810DK auf den Abstand von Oberkante Glas bis zum tragenden Untergrund, auf dem das Profil befestigt ist - siehe nachfolgende Grafik:



Die berechneten Glasaufbauten für den Einsatz mit dem Profil Defender DF810DK sind folgende:

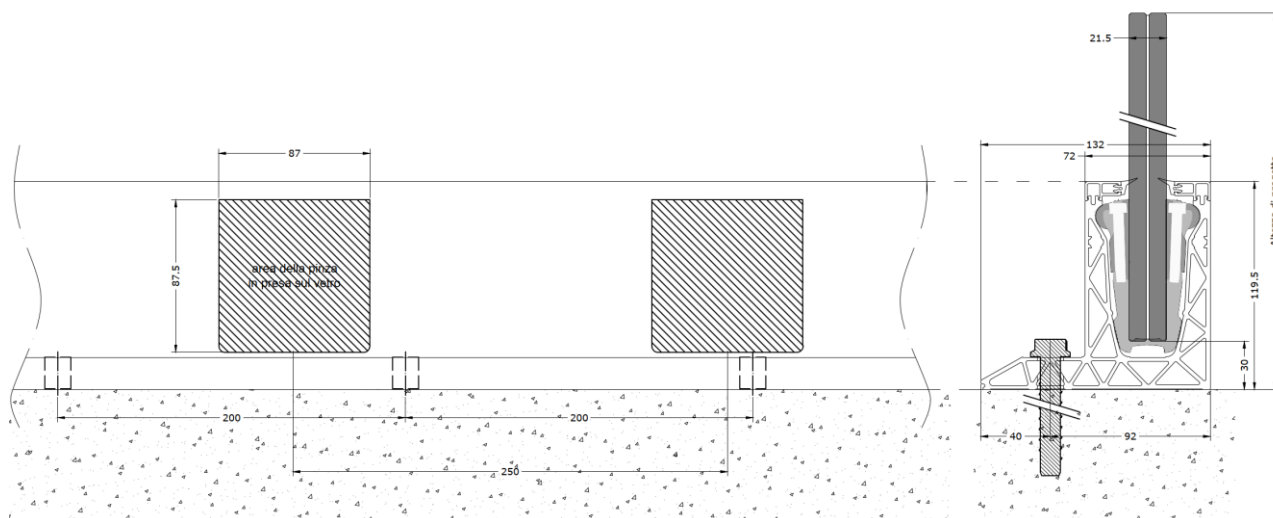
- VSG aus 8+8 ESG mit  $\geq 0.76$  mm PVB-Folie
- VSG aus 10+10 ESG mit  $\geq 0.76$  mm PVB-Folie
- VSG aus 8+8 ESG mit  $\geq 0.76$  mm SGP-Folie
- VSG aus 10+10 ESG mit  $\geq 0.76$  mm SGP-Folie

**Der Einsatz von ESG-H wird empfohlen.**

Die Bemessung berücksichtigt Glas ohne Oberflächenbehandlungen. Der Einsatz von Emailierungen und Siebdrucken ist projektbezogen zu untersuchen.

Für die Glasbemessung mit PVB-Folie ist entsprechend den Vorgaben aus der DIN 18008-1 kein Schubverbund angesetzt worden. Für die SGP-Folie ist ein Schubverbund je nach Einsatzort- und Zweck und maximaler Zwischenschichttemperatur entsprechend der AbZ-Z-70.3-253 berücksichtigt - siehe entsprechende nachfolgende Kapitel.

Die Fixierung der Scheibe im Aluminiumprofil erfolgt über lokale Kunststoffklemmen, welche alle  $\leq 250$  mm vorgesehen werden müssen, bei einem Randabstand von  $\leq 125$  mm. Dies ist in der Glasbemessung entsprechend als lokale Linienlagerung berücksichtigt worden.



Das Strangpressprofil in Aluminium DF810DK wird aus der Legierung EN AW6063-T6 hergestellt und ist mittels Dübel oder anderen geeigneten mechanischen Verbindungsmitteln im Abstand von maximal 200 mm am Untergrund zu befestigen.

**Der Nachweis der Befestigungsmittel ist nicht Teil dieses Dokumentes und muss projektbezogen entsprechend den vorherrschenden Randbedingungen durch einen qualifizierten Techniker erfolgen.**

**Alle Kanten der Brüstung sind zu schützen.** Der maximale Abstand zwischen den Verglasungen muss  $\leq 30$  mm betragen. An der Oberkante der Verglasung ist ein **Handlauf bzw. Kantenschutz** vorzusehen entsprechend den Vorgaben der DIN 18008-4 bzw. des **AbP-P-2023-3022**. Alle Vorgaben des AbP sind einzuhalten.

Es ist außerdem der Nachweis des **Ausfalls** einer Scheibe nach DIN 18008-4, Abschnitt 6.1.2 geführt und in den Ergebnistabellen und -grafiken entsprechend berücksichtigt (Minimum aus Berechnung im GZT und als Ausfall). Da alle Kanten zu schützen sind, wird nur der Ausfall der stoßzugewandten Scheibe als außergewöhnliche Lastsituation angesetzt.

Die Bestimmung, Bewertung und Kombination der horizontalen Holmlasten, der Windlasten oder eventueller weiterer Lasten, die Überprüfung der maximalen baurechtlichen Geländerhöhe, die Bemessung der Befestigungsmittel **bzw. die generelle Eignung des Geländers für die Einbausituation** muss auf Basis des realen Ausführungsprojektes von einem qualifizierten Techniker gemäß den derzeit geltenden europäischen und deutschen Vorschriften durchgeführt werden.

## 1.2 Aufstellungsort

Deutschland

## 1.3 Lebensdauer

50 Jahre wie für gewöhnliche Tragwerke

## 1.4 Statisches Konzept

Das für die Berechnung der Brüstung verwendete statische System entspricht einem oben freien und an der Basis eingespanntem Kragarm mit doppelter Linienlagerung unten.

## 1.5 Berücksichtigte Grenzzustände

In der nachfolgend dokumentierten Berechnung werden folgende Grenzzustände berücksichtigt:

- Grenzzustand der Tragfähigkeit - Tragfähigkeit (ruhende Belastung)

## 1.6 Absturzsicherheit - Pendelschlagversuch

Die Absturzsicherheit (Pendelschlagversuch - weicher Stoß) wird über das bauaufsichtliche Prüfzeugnis **P-2023-3022** nachgewiesen und erfüllt. Alle Vorgaben des AbP sind einzuhalten.



## 1.7 Geometrie

Sistema per parapetti DF810DK21  
per posa a pavimento con "piede laterale" di vetri stratificati 10.10/2 o 10.10/4 (in figura rappresentato 10.10/4)  
alluminio 6063 T6

pinze e cunei in POM viti M6 in acciaio INOX  
profili di finitura in alluminio

SCALA 1:2  
misure in mm se non diversamente indicato

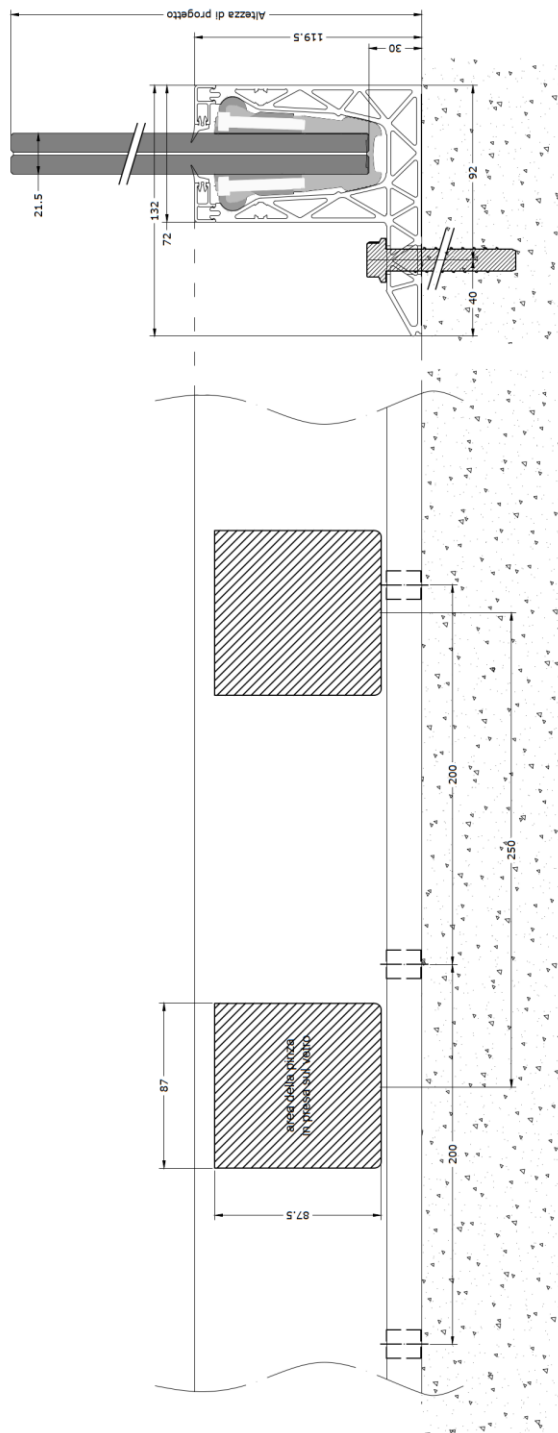


Abb: System DF810DK21

Sistema per parapetti DF810DK17  
per posa a pavimento con "piede laterale" di vetri stratificati 8.8/2 o 8.8/4 (in figura rappresentato 8.8/4)  
alluminio 6063 T6

pinze e cunei in POM viti M6 in acciaio INOX  
profili di finitura in alluminio

SCALA 1:2  
misure in mm se non diversamente indicato

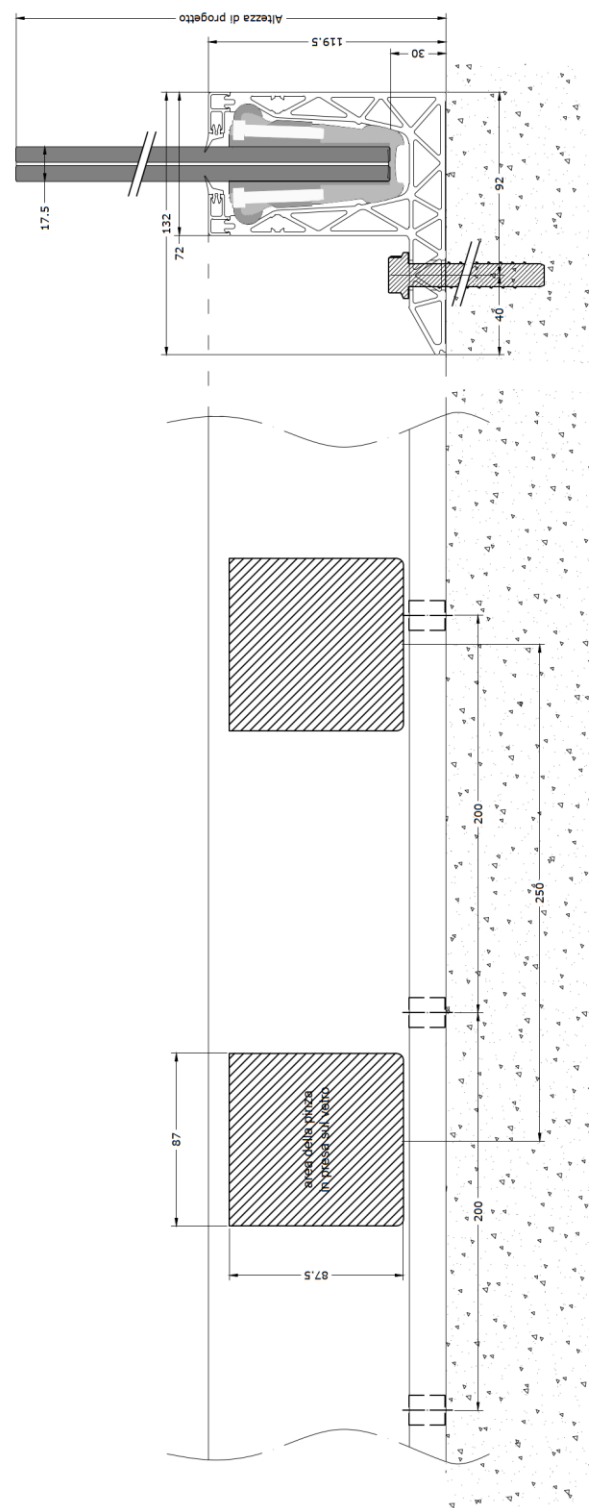


Abb: System DF810DK17

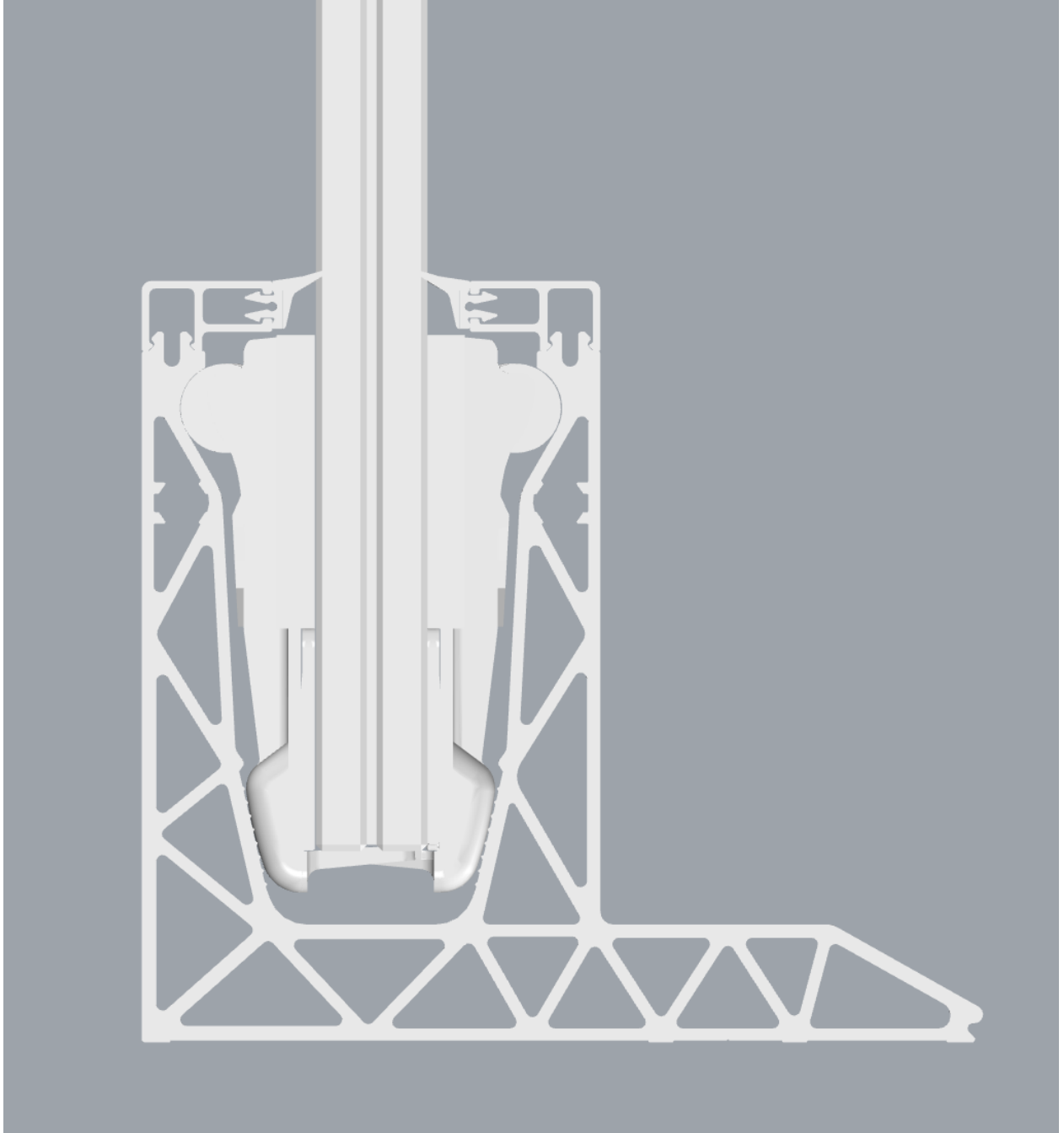


Abb: Querschnitt DF810DK

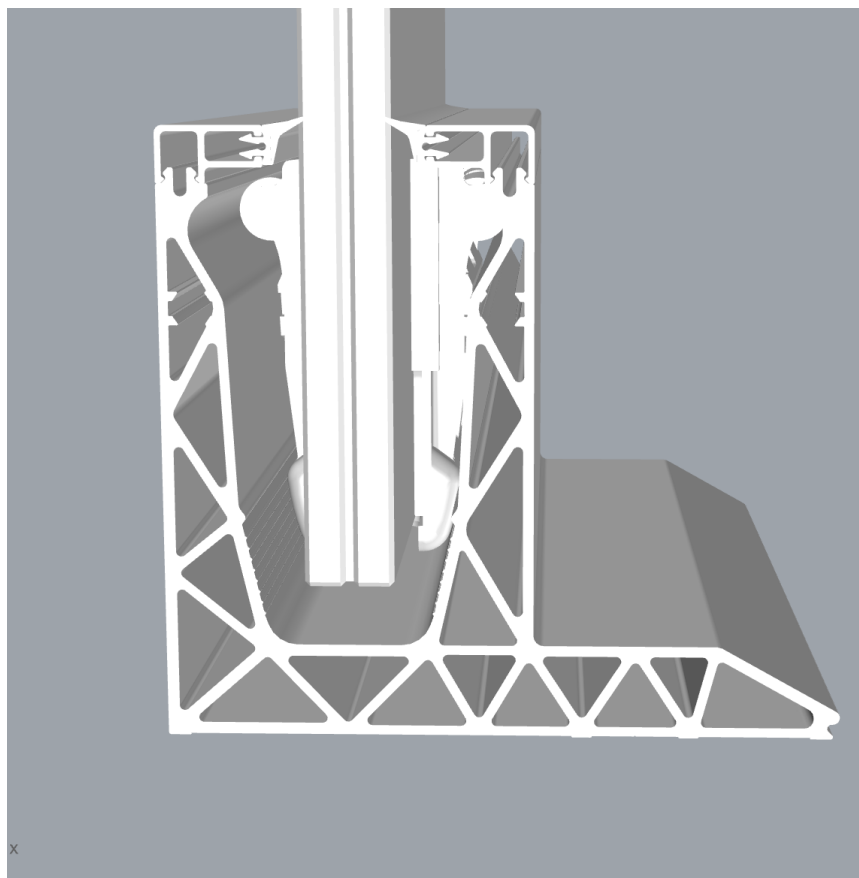
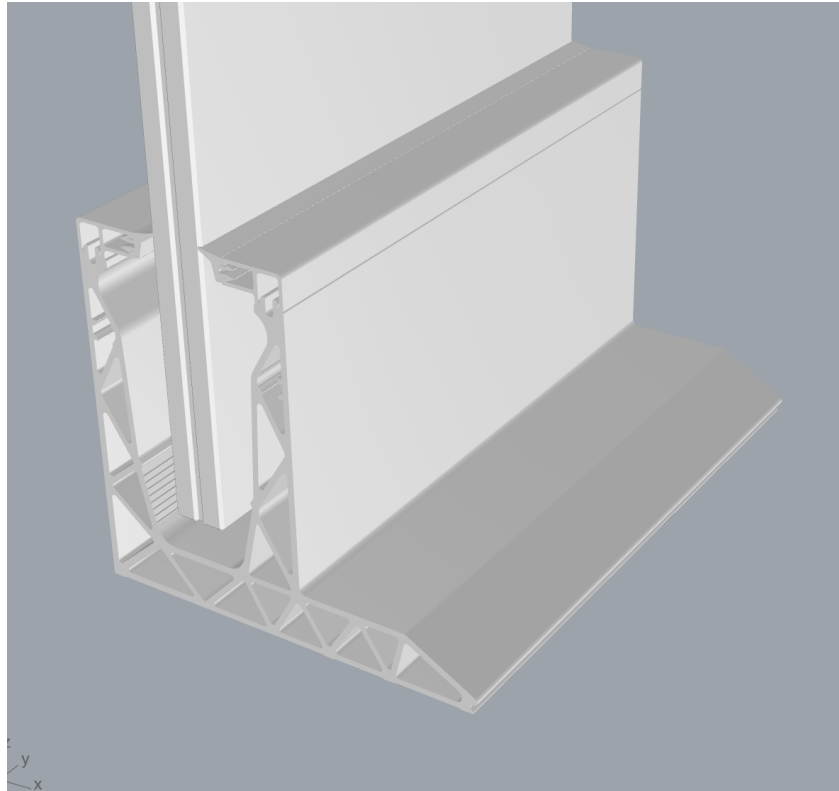


Abb: 3D-Ansichten DF810DK

## 1.8 Normative Grundlagen Deutschland

### 1.8.1 Allgemeines

#### EN 1090 Ausführung von Aluminium- und Stahltragwerken

DIN EN 1090-1	Teil1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	02.2012
DIN EN 1090-2	Teil2: Technische Anforderungen an Tragwerke aus Stahl	09.2018
DIN EN 1090-3	Teil3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	07.2019

### 1.8.2 Lastannahmen

#### Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung	10.2021
DIN EN 1990/NA	NAD Grundlagen der Tragwerksplanung	10.2012
DIN EN 1990/NA/A1	NAD Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012

#### Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

DIN EN 1991-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991-1-1/NA	NAD Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991-1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten	12.2010

### 1.8.3 Aluminium

#### Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

DIN EN 1999-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	03.2014
DIN EN 1999-1-1/NA	NAD Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	03.2021
DIN EN 1999-1-5	Teil 1-5: Schalentragwerke	03.2017
DIN EN 1999-1-5/NA	NAD Teil 1-5: Schalentragwerke	12.2010

### 1.8.4 Glasbau

#### Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18008-1	Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	12.2010
DIN 18008-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	12.2010
DIN 18008-2 Berichtigung 1	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2011
DIN 18008-3	Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	07.2013

DIN 18008-4	Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	07.2013
DIN 18008-5	Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	07.2013

## 1.9 Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite laut DIN

Die Teilsicherheitsbeiwerte müssen ungünstig angesetzt werden.

Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite:

- Ständige Lasten                    1.35/1.00
- Variable Lasten                    1.50/0.00

## 1.10 Dauerhaftigkeit lt. EN 1990 2.4

Die in diesem Dokument vorgegebene Nutzung der Bauteile und deren Nutzungsdauer sind in der konstruktiven Ausbildung und bei Wahl des Korrosionsschutzes zu berücksichtigen. Inspektion und Instandhaltung der einzelnen Bauteile ist sicherzustellen, bzw. ein dauerhafter Korrosionsschutz vorzusehen.

## 1.11 Verwendete Programme

Programm	Softwarehaus/Lieferant	Version
Sofistik	Sofistik AG	2023
SMath Studio	SMath	1.0.8253
SJ Mepla	SJ Software GmbH	5.0.14
Microsoft Excel	Microsoft	365

## 2 Materialien

### 2.1 Aluminium nach EN 1999-1-1

Materialkennwerte für die für das Basisprofil verwendete Legierung **EN AW 6063-T6** und EP (extrudierte Profile) für  $t \leq 25\text{mm}$ :

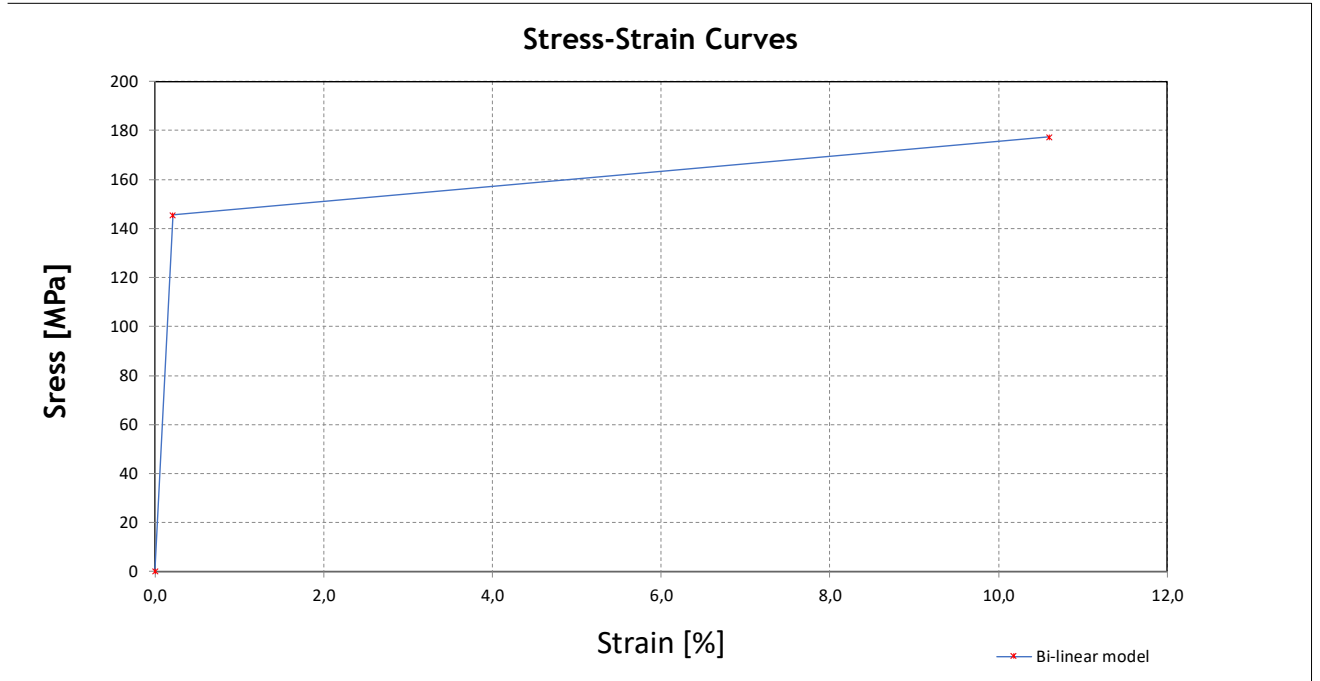
E-Modul:	$E=70000 \text{ N/mm}^2$
Querdehnzahl nach Poisson:	$\nu=0.30$
Thermischer Ausdehnungskoeffizient:	$\alpha=23 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
Dichte:	$\rho=2700 \text{ kg/m}^3$
Streckgrenze:	$f_{ok}=160 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit:	$f_{uk}=195 \text{ N/mm}^2$
Teilsicherheitsbeiwert Material:	$\gamma_m=1.10$

Für die numerische Berechnung des Profils mittels finiter Elemente ist ein bilineares elastisch-plastisches Materialgesetz mit Wiederverfestigung angesetzt:

Stress - Strain curves According to EN 1999-1-1 Annex E

Standard	Material	$\gamma_M$	E	$f_o = f_y$	$f_{Max} = f_u$	$f_{od}$	$f_{ud}$
DIN-EN 1999-1-1	EN AW 6063 T6 $t \leq 25$	[ - ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
		1,1	70000	160	195	145,455	177,2727

Bi-linear model



Formulas

$\sigma = E \times \epsilon$	<i>for</i> $0 \leq \epsilon \leq \epsilon_p$	(E.1)	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Bi-linear model</th> </tr> <tr> <th><math>\sigma</math> (MPa)</th> <th><math>\epsilon</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>145,5</td> <td>0,20779</td> </tr> <tr> <td>177,3</td> <td>10,60000</td> </tr> </tbody> </table>	Bi-linear model		$\sigma$ (MPa)	$\epsilon$	0	0,0	145,5	0,20779	177,3	10,60000
Bi-linear model													
$\sigma$ (MPa)	$\epsilon$												
0	0,0												
145,5	0,20779												
177,3	10,60000												
$\sigma = f_p + E1 \times (\epsilon - \epsilon_p)$	<i>for</i> $\epsilon_p \leq \epsilon \leq \epsilon_{max}$	(E.2)											
$\epsilon_u = 0,3 - 0,22 \times \frac{f_o}{400}$	= 21,2	[%] (E.2.1.1)											
$\epsilon_p = \frac{f_o}{E}$	= 0,2078	[%]											
$\epsilon_{max} = 0,5 \times \epsilon_u$	= 10,600	[%]											
$E1 = \frac{(f_u - f_o)}{(\epsilon_u - \epsilon_p)}$	= 2	[N/mm <sup>2</sup> ]											



## 2.2 Glas nach DIN 18008

E-Modul:	$E=70000 \text{ N/mm}^2$
Querdehnzahl nach Poisson:	$\nu=0.23$
Thermischer Ausdehnungskoeffizient:	$\alpha=9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
Dichte:	$\rho=2500 \text{ kg/m}^3$

### Charakteristische Glasfestigkeiten $f_k$ :

Einscheibensicherheitsglas (ESG) nach EN 12150-1 (2000):	$f_k=120 \text{ N/mm}^2$
Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach EN 1863-1 (2011):	$f_k=70 \text{ N/mm}^2$
Floatglas (FL) nach EN 572-1 (2012):	$f_k=45 \text{ N/mm}^2$

### Bemessungswert des Tragwiderstandes gegen Spannungsversagen $f_{Rd}$ :

Einscheibensicherheitsglas (ESG) nach DIN 18008-1 und DIN 18008-2	$f_{Rd}=80 \text{ N/mm}^2$
Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach DIN 18008-1 und DIN 18008-2	$f_{Rd}=46.66 \text{ N/mm}^2$
Floatglas (FL) nach DIN 18008-1 und DIN 18008-2	$f_{Rd}=25.2 \text{ N/mm}^2$ *

\* für Floatglas mit  $k_{mod}=0.7$  für kurze Lasteinwirkungsdauer wie Wind und Holm sowie mit Reduktion auf 80% der charakteristischen Biegezugfestigkeit wegen planmäßig unter Zugbeanspruchung stehenden Kanten.

## 2.3 Zwischenfolie

### 2.3.1 PVB

Polyvinyl-Butyral-Interlayer (PVB)

Mechanische Eigenschaften bei 23°C:

Bruchlast	$> 20 \text{ N/mm}^2$
Bruchdehnung	$> 250 \%$

Diese Eigenschaften müssen vom Hersteller der Zwischenfolien mit der Konformitätsbescheinigung 2.1 nach EN 10204: 1995-08 bestätigt werden.

Die Norm DIN 18008 erlaubt für PVB-Folien keinen Schubverbund wenn er günstig wirkt.

### 2.3.2 SGP-Folie

Die Steifigkeitskennwerte der SGP-Folie sind der AbZ Z-70.3-253, gültig bis 14.04.2025, entnommen.

Tabelle 1: Kennwerte für Einfachverglasungen

Lastfall		Schubmodul G [N/mm <sup>2</sup> ]	k <sub>vsg</sub> <sup>2</sup>	k <sub>mod</sub>
Fassadenbereich	<b>Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion</b>			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	<b>Verglasungen mit absturzsichernder Funktion</b>			
	Lastfall horizontale Nutzlast infolge von Personen <sup>3</sup>	4	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Innenbereich	<b>Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion</b>			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	<b>Verglasungen mit absturzsichernder Funktion</b>			
	Lastfall Holm	65	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Überkopfbereich	Lastfall Schnee	60	1	0,4
	Lastfall Wind und Schnee	60	1	0,7
	Lastfall Eigengewicht	0	1,1	0,25

Tabelle 2: Kennwerte für Schubmodule entsprechend der Zwischenschichttemperatur

Zwischenschichttemperatur T [°C]	30	35	40	45	50	55	60
Schubmodul G [N/mm <sup>2</sup> ]	65	30	9	7	4	3	2

Dabei werden in der statischen Berechnung 2 Einsatzsituationen untersucht:

Einsatz im Fassadenbereich (EXTERN):  $G_{\text{ext}}=4 \text{ N/mm}^2 \rightarrow E_{\text{ext}} = G \cdot 2 \cdot (1+\nu)=11.92 \text{ N/mm}^2$

Einsatz im Innenbereich (INTERN):  $G_{\text{int}}=65 \text{ N/mm}^2 \rightarrow E_{\text{int}} = G \cdot 2 \cdot (1+\nu)=193.7 \text{ N/mm}^2$

### 3 Lasten

#### 3.1 Horizontale Holmlast

Laut der DIN EN 1991-1-1 sind folgende horizontalen Linienlasten als variable Nutzlasten am Holm (Handlauf) bzw. Oberkante der Verglasung je nach Nutzungskategorie ungünstig aufzubringen: 0.5 kN/m, 1.0 kN/m und 2.0 kN/m.

Dabei sind die Lasten an der Oberkante des Geländers sowohl in Hauptrichtung=Absturzrichtung in voller Größe als auch in Gegenrichtung= gegen die Absturzrichtung in halber Größe aber zumindest mit 0.50 kN/m anzusetzen.

➔ Nach außen: 0.50 kN/m, 1.00 kN/m, 2.00 kN/m

➔ Nach innen: 0.50 kN/m, 1.00 kN/m

#### 3.2 Lastkombination Holm + Wind

Die auf die Oberkante der Glasscheibe aufgebrachte lineare Holmlast und der Wind, der auf die gesamte Oberfläche der Brüstung einwirkt, werden nach den Vorgaben der DIN EN 1990 durch die folgenden Beziehungen kombiniert:

$$f_{Ed1} = \gamma_Q \cdot f_{hk} + \psi_{0, \text{Wind}} \cdot \gamma_Q \cdot f_{wk}$$

$$f_{Ed2} = \gamma_Q \cdot f_{hk} \cdot \psi_{0, \text{Holm}} + \gamma_Q \cdot f_{wk}$$

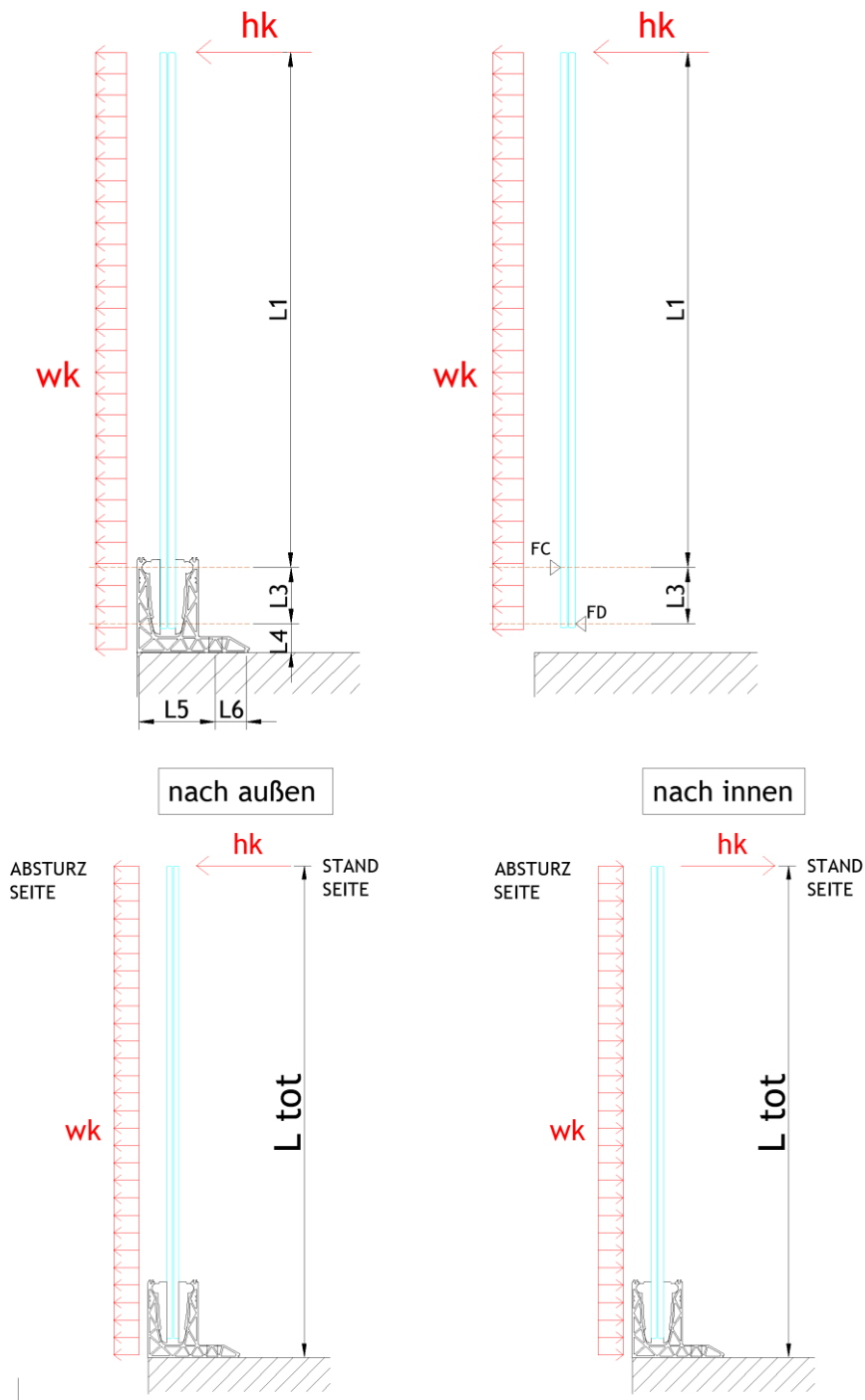
mit  $\gamma_Q = 1.50$ ,  $\psi_{0, \text{Wind}} = 0.60$ ,  $\psi_{0, \text{Holm}} = 0.70$

## 4 Statische Berechnung

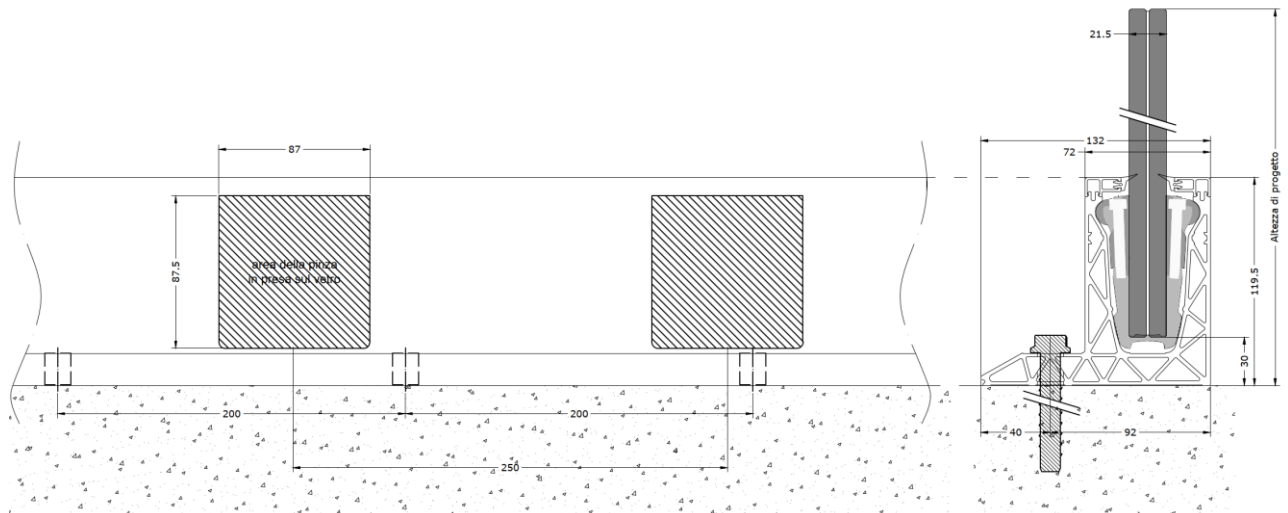
### 4.1 Glasbemessung

#### 4.1.1 Allgemeines

Der statische Nachweis der Verglasung wird mit dem Programm SJ Mepla durchgeführt.

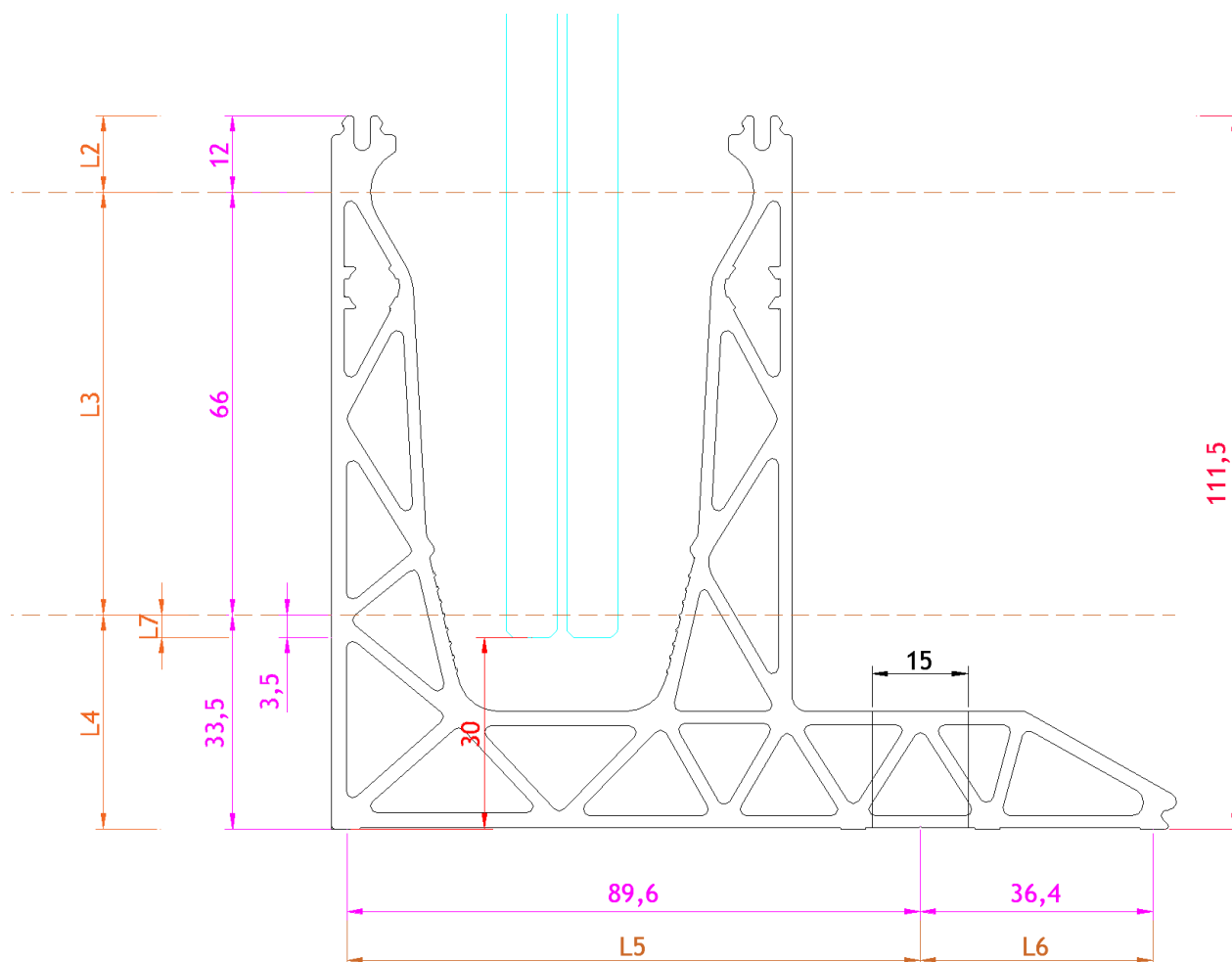


Für die Berechnung der Spannungen in der Glasscheibe ist eine realitätsnahe Lagerung auf den Kunststoffklemmen als abschnittsweise elastische Linienlagerung mit der Länge von 87 mm, einem Abstand von 250 mm sowie einem Randabstand von 125 mm berücksichtigt. Die Breite der Glasscheibe beträgt dabei 500 mm, d.h. es sind 2 Klemmen pro Scheibe vorgesehen.



Es werden für die Berechnung folgende Parameter verwendet - siehe dazu auch Grafik auf der nächsten Seite:

Profil	Abmessungen [mm]								
	L2	L3	L4	L5	L6	L7	e fix	b Klemme	e Klemme
DF810DK17 / DF810DK21	12	66	33,5	89,6	36,4	3,5	200	87	250



Die Berechnung der maximalen Spannungen in den Glasscheiben erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird eine gleichmäßig verteilte Linienlast von  $h_u = 1.0 \text{ kN/m}$  auf den Holm (Oberkante) der Glasbrüstung aufgebracht, wobei in 50-mm-Schritten unterschiedliche Höhen von 600 mm bis 1600 mm simuliert werden.

In einem zweiten Schritt kann dann bei Kenntnis der maximal zulässigen Spannung im Glas die zusätzlich zur Holmlast  $h_k$  noch eventuell aufnehmbare gleichmäßig über die Höhe der Glasscheibe verteilte Windlast  $w_k$  berechnet werden.

$$f_{d,\text{Glas}} = \gamma_Q \cdot \sigma_{h_k} + \psi_{0,\text{Wind}} \cdot \gamma_Q \cdot \sigma_{w_{k1}}$$

$$f_{d,\text{Glas}} = \gamma_Q \cdot \sigma_{h_k} \cdot \psi_{0,\text{Holm}} + \gamma_Q \cdot \sigma_{w_{k2}}$$

$$\sigma_{w_{k1}} = (f_{d,\text{Glas}} - \gamma_Q \cdot \sigma_{h_k}) / (\psi_{0,\text{Wind}} \cdot \gamma_Q) \quad \rightarrow \quad w_{k1} = \sigma_{w_{k1}} / \sigma_{\text{max},w_u} \quad \rightarrow \quad w_{k\text{min}} = \min(w_{k1}, w_{k2})$$

$$\sigma_{w_{k2}} = (f_{d,\text{Glas}} - \gamma_Q \cdot \sigma_{h_k} \cdot \psi_{0,\text{Holm}}) / \gamma_Q \quad \rightarrow \quad w_{k2} = \sigma_{w_{k2}} / \sigma_{\text{max},w_u}$$

mit  $\gamma_Q=1.50$ ,  $\psi_{0.Wind}=0.60$ ,  $\psi_{0.Holm}=0.70$

Dazu sind auch die Spannungen des Glases aus der gleichmäßig über die Höhe und Länge verteilten Windlast mit einem Einheitsdruck  $w_u$  von  $1 \text{ kN/m}^2$  berechnet.

Nachfolgend ist exemplarisch für einen Glasaufbau und eine bestimmte Höhe die Mepla-Berechnung für die Einheitslasten  $h_u=1 \text{ kN/m}$  und  $w_u=1 \text{ kN/m}^2$  sowie Ausfallsszenario dargestellt.

Für alle anderen Glasaufbauten und Glashöhen wurde die Berechnung auf die gleiche Weise durchgeführt, indem die Variablen wie Glashöhe, E-Modul Folie und Glasstärke angepasst wurden.

Hinweis: Die Glasbemessung in Mepla ist auf Basis des Profils DF810LM durchgeführt, welches das idente Klemmsystem hat und daher in gleicher Weise für das Profil DF810DK gültig ist.

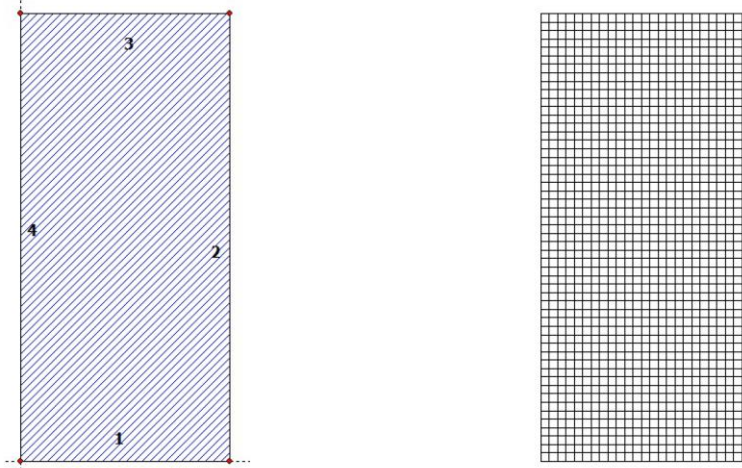
### 4.1.2 Glasbemessung mit Mepla

#### Berechnung für Einheitslinienlast hu an der Oberkante der Brüstung - intakte VSG-Scheibe:

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 1

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:



Geometrie:

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	500.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 2

3	500.00	1070.00
4	0.00	1070.00

Lager:

Randlager:

Rand	Lagerungsart
2	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)
4	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)

Elastische Linienlager:

Nr	x	y	nach	E-Modul	Breite	Höhe	Kontakt
	mm	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm	
1	81.50	69.50	168.50	69.50	3000.00	20.00	10.00
2	331.50	69.50	418.50	69.50	3000.00	20.00	10.00
3	81.50	3.50	168.50	3.50	3000.00	20.00	10.00
4	331.50	3.50	418.50	3.50	3000.00	20.00	10.00

Federlager:

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00
1	1	500.0	0.0	0.0	0.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00

Schichten:

Schichtenaufbau:

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

Kennwerte:

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	α <sub>T</sub>	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00
1	2	0.00	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-05	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.



Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 3

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	--- von ---		-- nach --		qx	qy	qz
	x	y	x	y	N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1070.00	500.00	1070.00	0.00	0.00	1.00

**Flächenlasten:**

- konstant verteilt:

Paket	Druck
	N/mm <sup>2</sup>
1	0.00000e+00

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 20.0 mm  
Anzahl der Elemente : 1325  
Anzahl der Knoten : 5457 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 48257

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung
	x	y	
	mm	mm	
1	500.00	0.00	-0.10 (min)
	10.00	1070.00	29.94 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	σ	σ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	162.25	2.28	15.52	38.86
	(unten)	370.00	78.48	38.86	
1	1 (oben)	162.25	2.28	15.52	38.86
	(unten)	370.00	78.48	38.86	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 4

**Extremale Spannungen und Reaktionskraft in der elastischen Linienlagerung:**

Nr.	σ	Reaktionskraft
	N/mm <sup>2</sup>	
1	3.759 (max)	4039.77
	1.637 (min)	
2	3.759 (max)	4039.77
	1.637 (min)	
3	-0.522 (max)	-3789.77
	-6.323 (min)	
4	-0.522 (max)	-3789.77
	-6.323 (min)	

**Extremwerte:**

x	y	σ
mm	mm	N/mm <sup>2</sup>
332.37	69.50	3.759 (max)
332.37	3.50	-6.323 (min)

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	-0.10	0.0000	-0.0013	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
( 500.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	-0.10	0.0000	-0.0013	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00

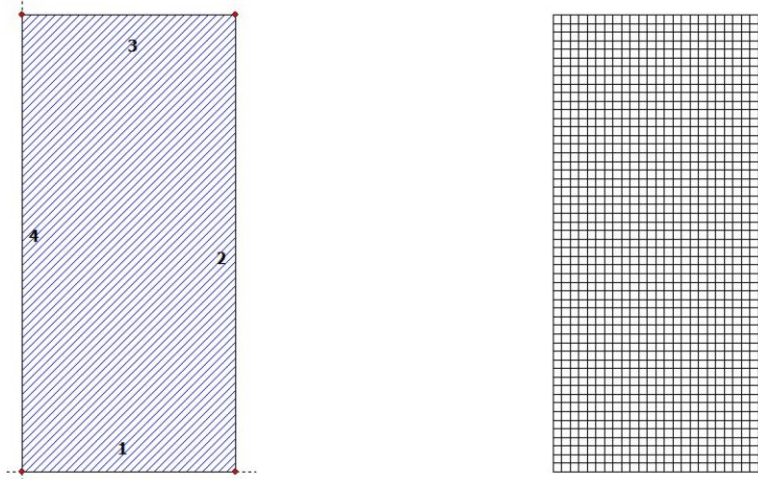
Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Berechnung für Einheitsflächenlast wu auf der gesamten Fläche der Brüstung - intakte VSG-Scheibe:

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 1

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	500.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 2

3	500.00	1070.00
4	0.00	1070.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
2	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)
4	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)

**Elastische Linienlager:**

Nr	von		nach		E-Modul N/mm <sup>2</sup>	Breite mm	Höhe mm	Kontakt
	x	y	x	y				
1	81.50	69.50	168.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
2	331.50	69.50	418.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
3	81.50	3.50	168.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0
4	331.50	3.50	418.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00
1	1	500.0	0.0	0.0	0.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod. N/mm <sup>2</sup>	ν	Dicke mm	Dichte kg/m <sup>3</sup>	α <sub>t</sub> 1/K	ΔT K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00
1	2	0.00	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-05	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 3

**Lasten:**

**Flächenlasten:**  
- konstant verteilt:  
Paket            Druck  
                  N/mm<sup>2</sup>  
1            1.00000e-03

**Berechnungsverfahren:**  
geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**  
Elementgröße       : 20.0 mm  
Anzahl der Elemente : 1325  
Anzahl der Knoten   : 5457 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 48257

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---			Verformung w mm
	x mm	y mm		
1	500.00	0.00		-0.05 (min)
	500.00	1070.00		11.59 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht		x	y	σ	σ (max)
			mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3	(oben)	162.25	2.28	7.57	19.50
		(unten)	370.00	78.48	19.50	19.50
1	1	(oben)	162.25	2.28	7.57	19.50
		(unten)	130.00	78.48	19.50	19.50

**Extremale Spannungen und Reaktionskraft in der elastischen Linienlagerung:**

Nr.	σ	Reaktionskraft
	N/mm <sup>2</sup>	(Fz) N
1	2.063 (max)	2154.19

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 4

2	0.845 (min)	
	2.063 (max)	2154.19
3	0.845 (min)	
	-0.281 (max)	-1886.69
4	-3.095 (min)	
	-0.281 (max)	-1886.69
	-3.095 (min)	

**Extremwerte:**

	x	y	σ
	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>
	332.37	69.50	2.063 (max)
	332.37	3.50	-3.095 (min)

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	-0.05	0.0000	-0.0007	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
( 500.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	-0.05	0.0000	-0.0007	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00

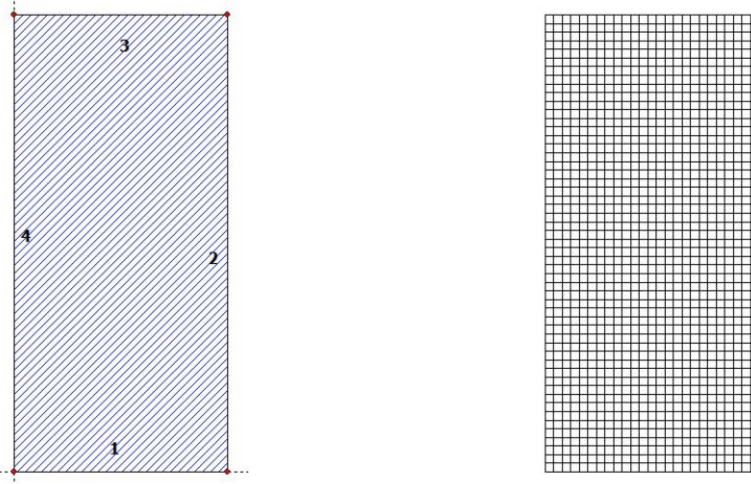
Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

**Berechnung für Einheitslinienlast hu an der Oberkante der Brüstung - Ausfall einer Scheibe:**

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 1

**SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:**



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	500.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 2

3	500.00	1070.00
4	0.00	1070.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
2	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)
4	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)

**Elastische Linienlager:**

Nr	x	y	x	y	E-Modul	Breite	Höhe	Kontakt
	mm	mm	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm	
1	81.50	69.50	168.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
2	331.50	69.50	418.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
3	81.50	3.50	168.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0
4	331.50	3.50	418.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C x	C y	C z	C φ	C θ
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00
1	1	500.0	0.0	0.0	0.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	αT	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	0.00	2550.00	1.0000e-05	0.00
1	2	0.00	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-05	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 3

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	--- von ---		-- nach --		qx	qy	qz
	x	y	x	y	N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1070.00	500.00	1070.00	0.00	0.00	1.00

**Flächenlasten:**

- konstant verteilt:  
Paket Druck  
N/mm<sup>2</sup>

1	0.00000e+00
---	-------------

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 20.0 mm  
Anzahl der Elemente : 1325  
Anzahl der Knoten : 5457 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 48257

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung
	x	y	w
	mm	mm	mm
1	500.00	0.00	-0.18 (min)
	490.00	1070.00	59.53 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	σ	σ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	497.75	2.28	-0.01	-0.01
	(unten)	2.25	2.28	-0.01	
1	1 (oben)	162.25	2.28	33.49	75.98
	(unten)	142.25	78.48	75.98	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 4

**Extremale Spannungen und Reaktionskraft in der elastischen Linienlagerung:**

Nr.	σ	Reaktionskraft
	N/mm <sup>2</sup>	(Fz) N
1	4.868 (max)	4039.77
	1.246 (min)	
2	4.868 (max)	4039.77
	1.246 (min)	
3	-0.262 (max)	-3789.77
	-8.391 (min)	
4	-0.262 (max)	-3789.77
	-8.391 (min)	

**Extremwerte:**

x	y	σ
mm	mm	N/mm <sup>2</sup>
332.37	69.50	4.868 (max)
417.63	3.50	-8.391 (min)

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	-0.18	0.0000	-0.0023	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
( 500.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	-0.18	0.0000	-0.0023	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.



DF810DK17 - 8.8.2 und 8.8.4 ESG mit PVB - Folie - Ausfall einer Scheibe - Belastung in Absturzurichtung nach außen

Ein. 1 Horizontale Einheitslast als Linienlast an der Oberkante Glasabstützung  
 R<sub>Ed,ESG</sub> 120 kN/m Charakteristisches Bemessungswert für ESG nach DIN 18008  
 γ<sub>Ed,ESG</sub> 1.5 Teilsicherheitsbeiwert Materialbeiwert für ESG nach DIN 18008  
 γ<sub>Ed,ESG</sub> 80.000 Bemessungswert der Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18008 für eine Scheibe  
 γ<sub>Holm</sub> 0.7 Kombinationsbeiwert für Holmlasten (k<sub>1,C</sub>) bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990  
 γ<sub>Q,exp</sub> 1.0 Teilsicherheitsbeiwert Lastbeiwert für variable Lasten bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990

Lstc	L1	L Glas	hu	hk=0.5 kN/m				hk=1.0 kN/m				hk=2.0 kN/m								
				gEd,0.5 exp	gEd,0.5 exp	L1,max.exp	L1,min.0.5	gEd,1.0 exp	gEd,1.0 exp	L1,max.exp	L1,min.1.0	gEd,2.0 exp	gEd,2.0 exp	L1,max.exp	L1,min.2.0					
600	950.5	570.0	58.80	0.35	20.58	1946	2015	2045	600	41.16	0.51	973	1042	1072	600	51.40	1.03	486	556	581
650	950.5	620.0	65.38	0.35	22.88	1925	1994	2024	650	45.77	0.57	962	1032	1062	650	51.40	1.14	481	551	581
700	600.5	670.0	70.60	0.35	24.71	0.31	1924	2014	700	49.42	0.62	942	1012	1042	700	51.40	1.24	485	556	581
750	700.5	720.0	75.35	0.35	26.54	0.34	1927	2017	750	53.07	0.67	922	992	1022	750	51.40	1.34	489	561	581
800	700.5	770.0	82.39	0.35	28.84	0.36	1943	2013	800	57.67	0.72	972	1041	1071	800	51.40	1.44	486	555	581
850	750.5	820.0	88.93	0.35	31.13	0.39	1929	1998	850	62.25	0.78	964	1034	1064	850	51.40	1.56	482	552	581
900	800.5	870.0	94.18	0.35	32.96	0.41	1943	2012	900	65.93	0.82	971	1041	1071	900	51.40	1.65	486	555	581
950	850.5	920.0	100.70	0.35	35.25	0.44	1930	2000	950	70.49	0.88	965	1035	1065	950	51.40	1.76	483	552	581
1000	900.5	970.0	105.96	0.35	37.09	0.46	1943	2012	1000	74.17	0.93	971	1041	1071	1000	51.40	1.85	486	555	581
1050	950.5	1020.0	112.47	0.35	39.26	0.49	1932	2001	1050	78.73	0.98	966	1035	1065	1050	51.40	1.97	483	552	581
1100	1000.5	1070.0	117.75	0.35	41.21	0.52	1942	2012	1100	82.43	1.03	971	1041	1071	1062	51.40	2.06	486	555	581
1150	1050.5	1120.0	124.24	0.35	43.48	0.54	1922	2002	1150	86.97	1.09	966	1036	1066	1062	51.40	2.17	483	553	581
1200	1100.5	1170.0	129.53	0.35	45.34	0.57	1932	2011	1200	90.67	1.13	961	1030	1060	1062	51.40	2.27	485	555	581
1250	1150.5	1220.0	134.81	0.35	47.20	0.59	1925	2011	1250	94.37	1.18	961	1030	1060	1062	51.40	2.37	485	555	581
1300	1200.5	1270.0	140.11	0.35	49.06	0.62	1942	2011	1300	98.92	1.24	971	1040	1070	1062	51.40	2.47	485	555	581
1350	1250.5	1320.0	147.78	0.35	51.72	0.65	1934	2004	1350	103.45	1.29	967	1037	1067	1062	51.40	2.59	484	553	581
1400	1300.5	1370.0	153.08	0.35	53.58	0.67	1942	2011	1400	107.16	1.34	971	1040	1070	1062	51.40	2.68	485	555	581
1450	1350.5	1420.0	159.55	0.35	55.84	0.70	1935	2004	1450	111.69	1.40	967	1037	1067	1062	51.40	2.79	484	553	581
1500	1400.5	1470.0	164.86	0.35	57.70	0.72	1942	2011	1500	115.40	1.44	971	1040	1070	1062	51.40	2.89	485	555	581
1550	1450.5	1520.0	171.32	0.35	59.96	0.75	1935	2005	1550	119.92	1.50	968	1037	1067	1062	51.40	3.00	484	553	581
1600	1500.5	1570.0	176.64	0.35	61.82	0.77	1942	2011	1600	123.65	1.55	971	1040	1070	1062	51.40	3.09	485	555	581
							Minimum	1994	2024				Minimum	1032	1062			Minimum	551	581





DF810DK21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit PVB - Folie - Ausfall einer Scheibe - Belastung in Abstrichrichtung nach außen

Fu: Horizontale Einheitslast als Linienlast an der Oberkante Glasbrüstung  
 Fu,ESG: 120 kN/m  
 Fu,ESG: 1,5 N/mm<sup>2</sup>  
 Fu,ESG: 80.00 N/mm<sup>2</sup>  
 Fu,ESG: 0,7 N/mm<sup>2</sup>  
 Fu,ESG: 1,0 N/mm<sup>2</sup>

Charakteristische Beanspruchung für ESG nach DIN 18008  
 Teilsicherheitsbeiwert Materialseite für eine Scheibe  
 Bemessungswert der Belegzugfestigkeit ESG nach DIN 18008 für eine Scheibe  
 Kombinationsbeiwert für Homlasten (Kat.C) bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990  
 Teilsicherheitsbeiwert Lastseite bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990

Licht mm	L1 mm	L Glas mm	hu mm	hK=0,5 kN/m				hK=10,0 kN/m				hK=10,0 kN/m				hK=2,0 kN/m						
				hK 0,5 exp kN/m	qEd,0,5 exp N/mm <sup>2</sup>	ut 0,5 exp -	Lt,max.exp mm	Lt,min,0,5 mm	hK 10,0 exp kN/m	qEd,10,0 exp N/mm <sup>2</sup>	ut 10,0 exp -	Lt,max.exp mm	Lt,min,1,0 mm	hK 2,0 exp kN/m	qEd,2,0 exp N/mm <sup>2</sup>	ut 2,0 exp -	Lt,max.exp mm	Lt,min,2,0 mm				
600	530,5	570,0	37,93	0,35	13,28	0,17	3016	3086	3116	600	0,70	26,55	0,33	1508	1578	1608	1,40	53,10	0,65	754	824	600
700	630,5	670,0	47,93	0,35	15,94	0,20	3013	3083	3113	700	0,70	31,89	0,40	1507	1576	1606	1,40	63,37	0,80	753	823	700
750	680,5	720,0	49,67	0,35	17,38	0,22	2993	3063	3093	750	0,70	34,77	0,43	1497	1566	1596	1,40	69,54	0,87	748	818	750
800	730,5	770,0	51,16	0,35	18,61	0,23	3012	3081	3111	800	0,70	37,21	0,47	1506	1575	1605	1,40	74,42	0,93	753	822	800
850	780,5	820,0	57,27	0,35	20,64	0,25	2995	3065	3095	850	0,70	40,09	0,50	1498	1567	1597	1,40	80,18	1,00	749	818	848
900	830,5	870,0	64,87	0,35	21,27	0,27	3011	3080	3110	900	0,70	42,54	0,53	1505	1575	1605	1,40	85,08	1,06	753	822	847
950	880,5	920,0	64,87	0,35	22,70	0,28	2997	3066	3096	950	0,70	45,41	0,57	1498	1568	1598	1,40	90,82	1,14	749	819	847
1000	930,5	970,0	68,38	0,35	23,93	0,30	3010	3080	3110	1000	0,70	47,87	0,60	1505	1575	1605	1,40	95,73	1,20	753	822	847
1050	980,5	1020,0	72,47	0,35	25,36	0,32	2998	3067	3097	1050	0,70	50,73	0,63	1499	1568	1598	1,40	101,46	1,27	749	819	847
1100	1030,5	1070,0	75,98	0,35	26,59	0,33	2999	3068	3098	1100	0,70	53,19	0,66	1505	1574	1604	1,40	106,37	1,33	752	822	847
1150	1080,5	1120,0	80,07	0,35	27,82	0,34	3000	3069	3099	1150	0,70	55,65	0,69	1505	1574	1604	1,40	111,28	1,40	752	822	847
1200	1130,5	1170,0	83,59	0,35	29,26	0,37	3009	3079	3109	1200	0,70	58,51	0,73	1505	1574	1604	1,40	117,03	1,46	752	822	847
1250	1180,5	1220,0	87,10	0,35	30,68	0,38	3000	3069	3099	1250	0,70	61,37	0,77	1500	1569	1599	1,40	122,74	1,53	750	819	847
1300	1230,5	1270,0	91,19	0,35	31,92	0,40	3009	3079	3109	1300	0,70	63,83	0,80	1505	1574	1604	1,40	127,67	1,60	752	822	847
1350	1280,5	1320,0	95,27	0,35	33,34	0,42	3000	3070	3100	1350	0,70	66,69	0,83	1500	1570	1600	1,40	133,38	1,67	750	820	850
1400	1330,5	1370,0	98,79	0,35	34,58	0,43	3009	3078	3108	1400	0,70	69,15	0,86	1504	1574	1604	1,40	138,31	1,73	752	822	847
1450	1380,5	1420,0	102,87	0,35	36,00	0,45	3001	3070	3100	1450	0,70	72,01	0,90	1500	1570	1600	1,40	144,02	1,80	750	820	850
1500	1430,5	1470,0	106,40	0,35	37,24	0,47	3009	3078	3108	1500	0,70	74,48	0,93	1504	1574	1604	1,40	148,96	1,86	752	822	847
1550	1480,5	1520,0	110,47	0,35	38,66	0,48	3001	3071	3101	1550	0,70	77,33	0,97	1501	1570	1600	1,40	154,66	1,93	750	820	850
1600	1530,5	1570,0	114,00	0,35	39,90	0,50	3009	3078	3108	1600	0,70	79,80	1,00	1504	1574	1604	1,40	159,60	2,00	752	822	847
							Minimum	3080	3090					Minimum	1585	1595				Minimum	817	847





DF8 10DK21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit SGP - Folie - INT - Lasten in Abstrichrichtung nach außen (OUT)

- L1 mm Abstand oberer Lagenpunkt Glas in Profil
L2 mm Abstand unterer Lagenpunkt Glas/Profil zu Unterkante Profil
L3 mm Abstand unterer Lagenpunkt Glas/Profil zu Unterkante Glas
Fu mm Horizontale Einheitslast als Linienlast an der Oberkante Glasabstützung
E-Folie 193,7 N/mm² E-Modul SGP-Folie nach Abz. Z.70.3.253 für Lastdauer 1h und Zwischenschichttemperatur von 30° - intern
FRK-ESG 120 mm Dicke der Materialseite für ESG nach DIN 18008
FRZ-ESG 80,00 mm Dicke der Materialseite für ESG nach DIN 18008
x0-h0in 0,7 mm Kombinationsbeiwert für Folienlasten (Kst.C) nach DIN EN 1990
x0-W/nd 0,6 mm Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990
x0 1,5 mm Teilchenheitsbeiwert Lastseite für variable Lasten nach DIN EN 1990

Table with columns: Lort, L1, L Glas, emax.hu, def.hu, emax.wu, def.wu, wu, hu, wk0.glas, wk1, wk2, wk3, wk4, wk5, wk6, wk7, wk8, wk9, wk10, wk11, wk12, wk13, wk14, wk15, wk16, wk17, wk18, wk19, wk20, wk21, wk22, wk23, wk24, wk25, wk26, wk27, wk28, wk29, wk30, wk31, wk32, wk33, wk34, wk35, wk36, wk37, wk38, wk39, wk40, wk41, wk42, wk43, wk44, wk45, wk46, wk47, wk48, wk49, wk50, wk51, wk52, wk53, wk54, wk55, wk56, wk57, wk58, wk59, wk60, wk61, wk62, wk63, wk64, wk65, wk66, wk67, wk68, wk69, wk70, wk71, wk72, wk73, wk74, wk75, wk76, wk77, wk78, wk79, wk80, wk81, wk82, wk83, wk84, wk85, wk86, wk87, wk88, wk89, wk90, wk91, wk92, wk93, wk94, wk95, wk96, wk97, wk98, wk99, wk100, wk101, wk102, wk103, wk104, wk105, wk106, wk107, wk108, wk109, wk110, wk111, wk112, wk113, wk114, wk115, wk116, wk117, wk118, wk119, wk120, wk121, wk122, wk123, wk124, wk125, wk126, wk127, wk128, wk129, wk130, wk131, wk132, wk133, wk134, wk135, wk136, wk137, wk138, wk139, wk140, wk141, wk142, wk143, wk144, wk145, wk146, wk147, wk148, wk149, wk150, wk151, wk152, wk153, wk154, wk155, wk156, wk157, wk158, wk159, wk160, wk161, wk162, wk163, wk164, wk165, wk166, wk167, wk168, wk169, wk170, wk171, wk172, wk173, wk174, wk175, wk176, wk177, wk178, wk179, wk180, wk181, wk182, wk183, wk184, wk185, wk186, wk187, wk188, wk189, wk190, wk191, wk192, wk193, wk194, wk195, wk196, wk197, wk198, wk199, wk200, wk201, wk202, wk203, wk204, wk205, wk206, wk207, wk208, wk209, wk210, wk211, wk212, wk213, wk214, wk215, wk216, wk217, wk218, wk219, wk220, wk221, wk222, wk223, wk224, wk225, wk226, wk227, wk228, wk229, wk230, wk231, wk232, wk233, wk234, wk235, wk236, wk237, wk238, wk239, wk240, wk241, wk242, wk243, wk244, wk245, wk246, wk247, wk248, wk249, wk250, wk251, wk252, wk253, wk254, wk255, wk256, wk257, wk258, wk259, wk260, wk261, wk262, wk263, wk264, wk265, wk266, wk267, wk268, wk269, wk270, wk271, wk272, wk273, wk274, wk275, wk276, wk277, wk278, wk279, wk280, wk281, wk282, wk283, wk284, wk285, wk286, wk287, wk288, wk289, wk290, wk291, wk292, wk293, wk294, wk295, wk296, wk297, wk298, wk299, wk300, wk301, wk302, wk303, wk304, wk305, wk306, wk307, wk308, wk309, wk310, wk311, wk312, wk313, wk314, wk315, wk316, wk317, wk318, wk319, wk320, wk321, wk322, wk323, wk324, wk325, wk326, wk327, wk328, wk329, wk330, wk331, wk332, wk333, wk334, wk335, wk336, wk337, wk338, wk339, wk340, wk341, wk342, wk343, wk344, wk345, wk346, wk347, wk348, wk349, wk350, wk351, wk352, wk353, wk354, wk355, wk356, wk357, wk358, wk359, wk360, wk361, wk362, wk363, wk364, wk365, wk366, wk367, wk368, wk369, wk370, wk371, wk372, wk373, wk374, wk375, wk376, wk377, wk378, wk379, wk380, wk381, wk382, wk383, wk384, wk385, wk386, wk387, wk388, wk389, wk390, wk391, wk392, wk393, wk394, wk395, wk396, wk397, wk398, wk399, wk400, wk401, wk402, wk403, wk404, wk405, wk406, wk407, wk408, wk409, wk410, wk411, wk412, wk413, wk414, wk415, wk416, wk417, wk418, wk419, wk420, wk421, wk422, wk423, wk424, wk425, wk426, wk427, wk428, wk429, wk430, wk431, wk432, wk433, wk434, wk435, wk436, wk437, wk438, wk439, wk440, wk441, wk442, wk443, wk444, wk445, wk446, wk447, wk448, wk449, wk450, wk451, wk452, wk453, wk454, wk455, wk456, wk457, wk458, wk459, wk460, wk461, wk462, wk463, wk464, wk465, wk466, wk467, wk468, wk469, wk470, wk471, wk472, wk473, wk474, wk475, wk476, wk477, wk478, wk479, wk480, wk481, wk482, wk483, wk484, wk485, wk486, wk487, wk488, wk489, wk490, wk491, wk492, wk493, wk494, wk495, wk496, wk497, wk498, wk499, wk500, wk501, wk502, wk503, wk504, wk505, wk506, wk507, wk508, wk509, wk510, wk511, wk512, wk513, wk514, wk515, wk516, wk517, wk518, wk519, wk520, wk521, wk522, wk523, wk524, wk525, wk526, wk527, wk528, wk529, wk530, wk531, wk532, wk533, wk534, wk535, wk536, wk537, wk538, wk539, wk540, wk541, wk542, wk543, wk544, wk545, wk546, wk547, wk548, wk549, wk550, wk551, wk552, wk553, wk554, wk555, wk556, wk557, wk558, wk559, wk560, wk561, wk562, wk563, wk564, wk565, wk566, wk567, wk568, wk569, wk570, wk571, wk572, wk573, wk574, wk575, wk576, wk577, wk578, wk579, wk580, wk581, wk582, wk583, wk584, wk585, wk586, wk587, wk588, wk589, wk590, wk591, wk592, wk593, wk594, wk595, wk596, wk597, wk598, wk599, wk600, wk601, wk602, wk603, wk604, wk605, wk606, wk607, wk608, wk609, wk610, wk611, wk612, wk613, wk614, wk615, wk616, wk617, wk618, wk619, wk620, wk621, wk622, wk623, wk624, wk625, wk626, wk627, wk628, wk629, wk630, wk631, wk632, wk633, wk634, wk635, wk636, wk637, wk638, wk639, wk640, wk641, wk642, wk643, wk644, wk645, wk646, wk647, wk648, wk649, wk650, wk651, wk652, wk653, wk654, wk655, wk656, wk657, wk658, wk659, wk660, wk661, wk662, wk663, wk664, wk665, wk666, wk667, wk668, wk669, wk670, wk671, wk672, wk673, wk674, wk675, wk676, wk677, wk678, wk679, wk680, wk681, wk682, wk683, wk684, wk685, wk686, wk687, wk688, wk689, wk690, wk691, wk692, wk693, wk694, wk695, wk696, wk697, wk698, wk699, wk700, wk701, wk702, wk703, wk704, wk705, wk706, wk707, wk708, wk709, wk710, wk711, wk712, wk713, wk714, wk715, wk716, wk717, wk718, wk719, wk720, wk721, wk722, wk723, wk724, wk725, wk726, wk727, wk728, wk729, wk730, wk731, wk732, wk733, wk734, wk735, wk736, wk737, wk738, wk739, wk740, wk741, wk742, wk743, wk744, wk745, wk746, wk747, wk748, wk749, wk750, wk751, wk752, wk753, wk754, wk755, wk756, wk757, wk758, wk759, wk760, wk761, wk762, wk763, wk764, wk765, wk766, wk767, wk768, wk769, wk770, wk771, wk772, wk773, wk774, wk775, wk776, wk777, wk778, wk779, wk780, wk781, wk782, wk783, wk784, wk785, wk786, wk787, wk788, wk789, wk790, wk791, wk792, wk793, wk794, wk795, wk796, wk797, wk798, wk799, wk800, wk801, wk802, wk803, wk804, wk805, wk806, wk807, wk808, wk809, wk810, wk811, wk812, wk813, wk814, wk815, wk816, wk817, wk818, wk819, wk820, wk821, wk822, wk823, wk824, wk825, wk826, wk827, wk828, wk829, wk830, wk831, wk832, wk833, wk834, wk835, wk836, wk837, wk838, wk839, wk840, wk841, wk842, wk843, wk844, wk845, wk846, wk847, wk848, wk849, wk850, wk851, wk852, wk853, wk854, wk855, wk856, wk857, wk858, wk859, wk860, wk861, wk862, wk863, wk864, wk865, wk866, wk867, wk868, wk869, wk870, wk871, wk872, wk873, wk874, wk875, wk876, wk877, wk878, wk879, wk880, wk881, wk882, wk883, wk884, wk885, wk886, wk887, wk888, wk889, wk890, wk891, wk892, wk893, wk894, wk895, wk896, wk897, wk898, wk899, wk900, wk901, wk902, wk903, wk904, wk905, wk906, wk907, wk908, wk909, wk910, wk911, wk912, wk913, wk914, wk915, wk916, wk917, wk918, wk919, wk920, wk921, wk922, wk923, wk924, wk925, wk926, wk927, wk928, wk929, wk930, wk931, wk932, wk933, wk934, wk935, wk936, wk937, wk938, wk939, wk940, wk941, wk942, wk943, wk944, wk945, wk946, wk947, wk948, wk949, wk950, wk951, wk952, wk953, wk954, wk955, wk956, wk957, wk958, wk959, wk960, wk961, wk962, wk963, wk964, wk965, wk966, wk967, wk968, wk969, wk970, wk971, wk972, wk973, wk974, wk975, wk976, wk977, wk978, wk979, wk980, wk981, wk982, wk983, wk984, wk985, wk986, wk987, wk988, wk989, wk990, wk991, wk992, wk993, wk994, wk995, wk996, wk997, wk998, wk999, wk1000.

DF8 10DK21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit SGP - Folie - INT - Lasten in Abstrichrichtung nach außen (OUT)

Table with columns: Hk.1.0, emax.1.0, wk1, wk2, wk3, wk4, wk5, wk6, wk7, wk8, wk9, wk10, wk11, wk12, wk13, wk14, wk15, wk16, wk17, wk18, wk19, wk20, wk21, wk22, wk23, wk24, wk25, wk26, wk27, wk28, wk29, wk30, wk31, wk32, wk33, wk34, wk35, wk36, wk37, wk38, wk39, wk40, wk41, wk42, wk43, wk44, wk45, wk46, wk47, wk48, wk49, wk50, wk51, wk52, wk53, wk54, wk55, wk56, wk57, wk58, wk59, wk60, wk61, wk62, wk63, wk64, wk65, wk66, wk67, wk68, wk69, wk70, wk71, wk72, wk73, wk74, wk75, wk76, wk77, wk78, wk79, wk80, wk81, wk82, wk83, wk84, wk85, wk86, wk87, wk88, wk89, wk90, wk91, wk92, wk93, wk94, wk95, wk96, wk97, wk98, wk99, wk1000.







DF810DK21 - 10.10.2 und 10.4 ESG mit SGP - Folie - EXT - Lasten gegen die Absturzrichtung nach innen (IN)

- Abstand oberer zu unterer Lagerpunkt Glas im Profil
Abstand unterer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterkante Profil
Abstand unterer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterkante Glas
Horizontale Einheitlast als Linienlast an der Oberkante Glasbrüstung
Horizontale Einheitlast als Flächenlast auf der gesamten Glasbrüstung
E-Modul SGP-Folie nach Abz 2.70.3-25.3 für Lastdauer 1h und Zwischenschichttemperatur von 50°
Charakteristische Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18008
Elastizitätsmodul Materialglas für ESG nach DIN 18008
Kombinationsbeiwert für Windlasten (k1,c1) nach DIN EN 1990
Kombinationsbeiwert für Windlasten (k1,c1) nach Abz 2.70.3-25.3
Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990
Teilsicherheitsbeiwert Lastseite für variable Lasten nach DIN EN 1990

Table with columns: Lst, L1, L Glas, hu, def.hu, gmax.hu, def.wu, wu, wMid.glas, h0.0.5, gE.gmax.0.5, gE.gmin.0.5, ul.0.5, gwk.1, gwk.2, h0.0.5 KN/m, def.hk, def.wk.1, def.wk.2, def.SLE

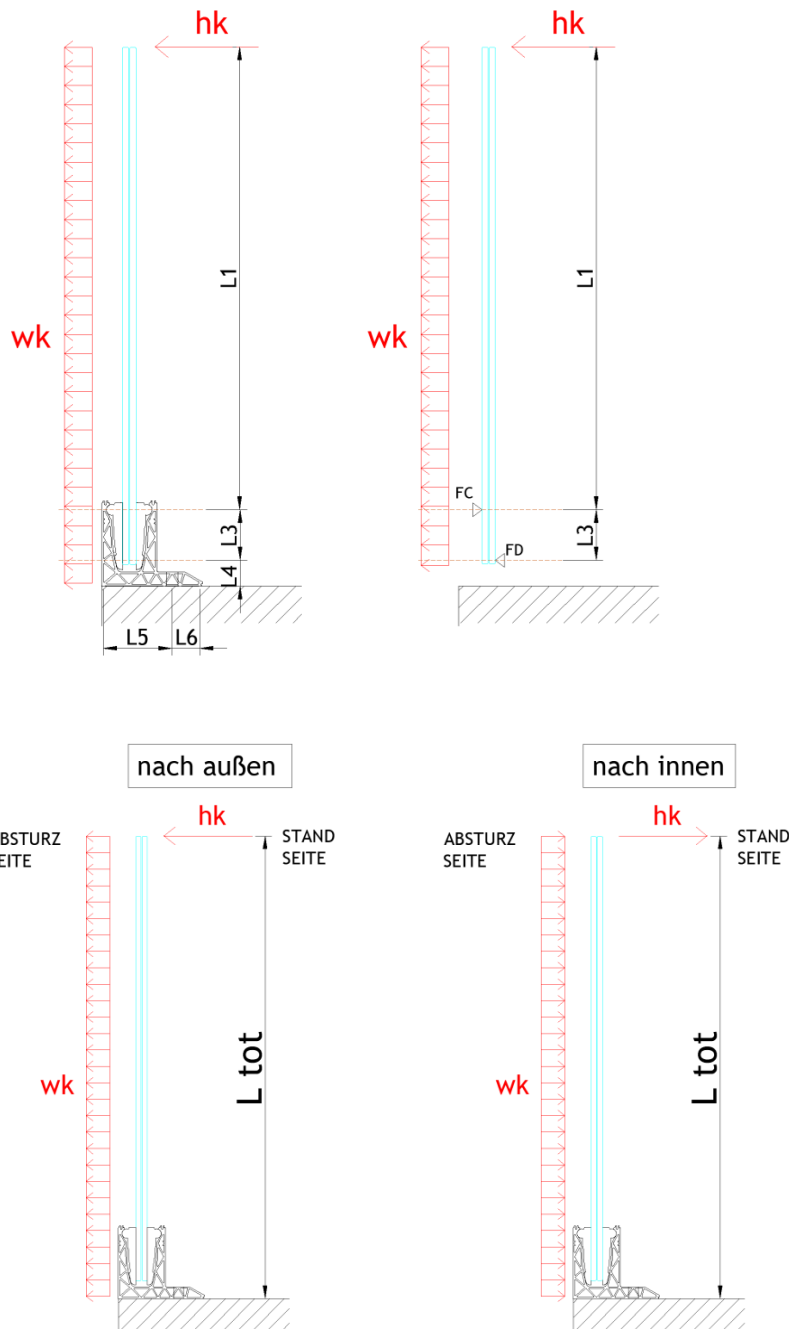
Table with columns: h0.1.0, gE.gmax.1.0, gE.gmin.1.0, ul.1.0, gwk.1, gwk.2, h0.1.0 KN/m, def.hk, def.wk.1, def.wk.2, def.SLE

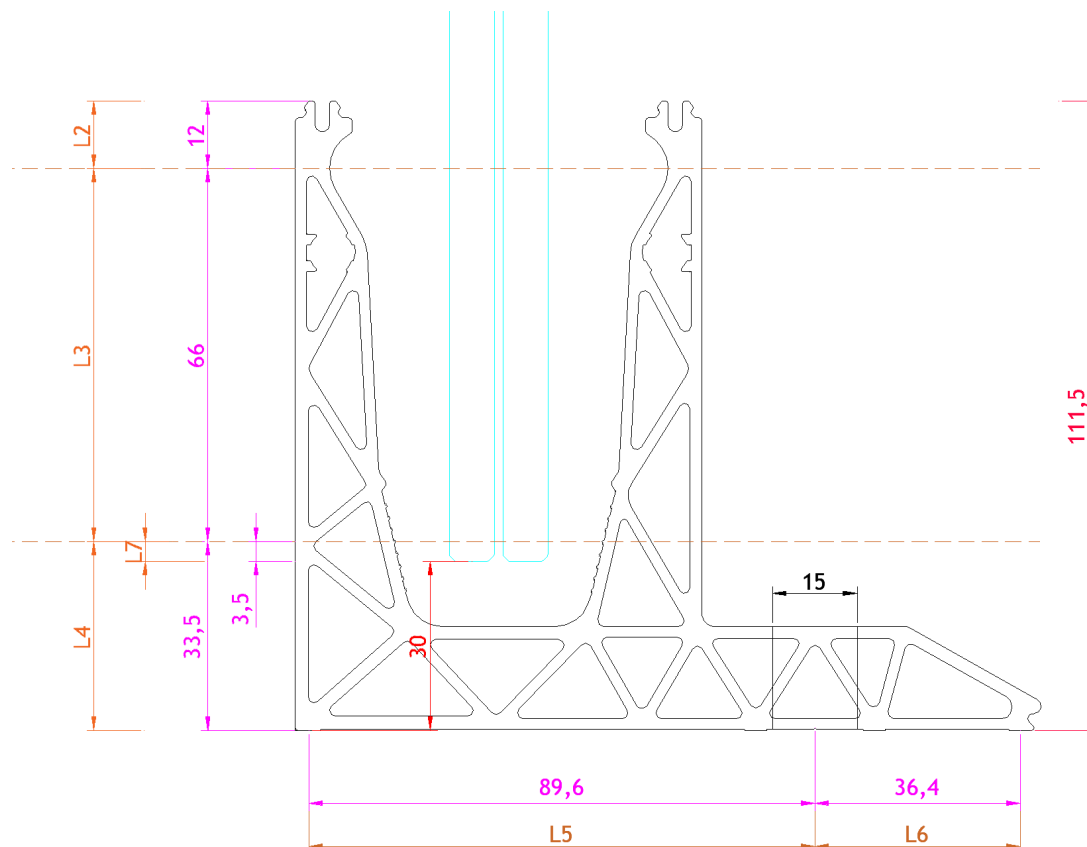


## 4.2 Bemessung Aluminiumprofil

### 4.2.1 Allgemeine Informationen

Die Berechnung des Aluminiumprofils erfolgt iterativ über das Berechnungsprogramm Sofistik. In einem ersten Schritt wird eine bestimmte maximale Höhe des Brüstungssystems und eine maximale horizontale Belastung am Holm gewählt. Die Aufbringung dieser Last auf das Glas erzeugt Reaktionen im Profil (siehe Abbildungen).





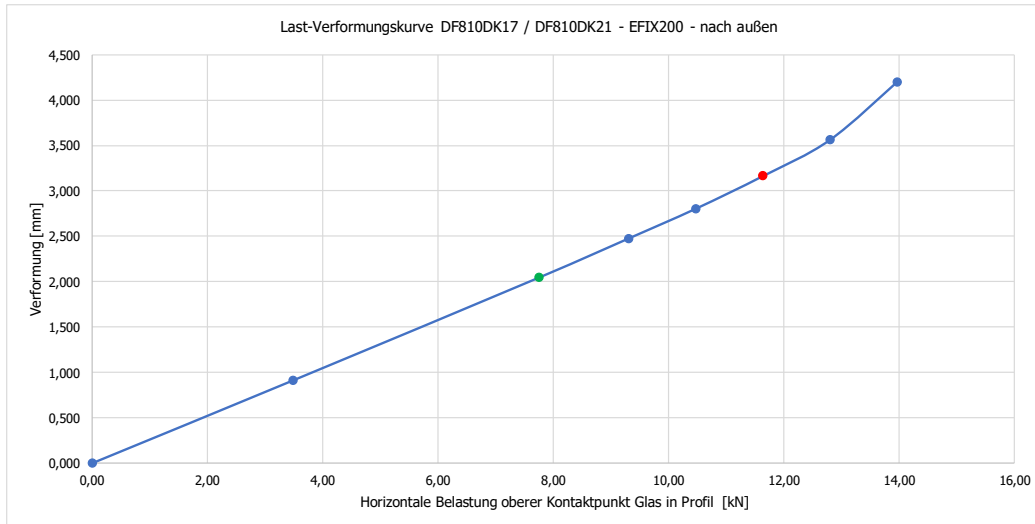
In einem zweiten Schritt werden diese beiden gegenläufigen Abstützkräfte Glas/Profil als lineare Lasten in der numerischen Berechnung auf die Stege des Profils aufgebracht. Diese Belastungen werden dann so lange iterativ modifiziert, bis sie im Profil die maximal erlaubten plastische Verformungen erzeugen bzw. generell die Tragfähigkeit des Profils erreicht ist. Somit kann anschließend unter Kenntnis dieser maximal aufnehmbaren Last des Profils für eine bestimmte vorgegebene Holmlast die maximal zusätzlich aufnehmbare Windlast unter Berücksichtigung folgender Formeln ermittelt werden:

$F_{cd,max}=F_{cd,h}+F_{cd,wind}$	Maximale Reaktionskraft aus Verglasung auf Profil oben
$F_{cd,h}=h_d*(L1+L3)/L3$	Maximale Reaktionskraft oben aus Holmlast $h_d$
$F_{cd,wind}=W_d*(L1+L3)^2/2*L3$	Maximale Reaktionskraft oben aus Windlast $w_d$
→ $w_d$ (wk)	Maximal zusätzlich zur Holmlast aufnehmbare Windlast

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Profilbemessung in tabellarischer Form zusammengestellt. Für die Dokumentation der numerischen Berechnung mit Sofistik siehe Anhang.



Lastrichtung nach außen	Lastfaktor	FC.Rd.außen.FE	FC.Rd.außen.FE	Verformung
	-	kN	kN/m	mm
	0,00	0,00	0,00	0,000
	0,30	3,49	17,45	0,914
SLS	0,67	7,76	38,78	2,047
	0,80	9,31	46,54	2,477
	0,90	10,47	52,36	2,804
<b>ULS</b>	<b>1,00</b>	<b>11,63</b>	<b>58,17</b>	<b>3,163</b>
	1,10	12,80	63,99	3,561
	1,20	13,96	69,81	4,198



### 4.2.3 Ergebnistabellen Profilbemessung DF810DK - nach innen

DF810DK17 / DF810DK21 - PROFIL - EFIX200 - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)

L3 Abstand oberer zu unterer Lagerpunkt Glas im Profil  
 L4 Abstand unterer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterkante Profil  
 L5 Abstand oberer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterkante Profil  
 L6 Horizontaler Abstand Lagerpunkte Profil für Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen  
 e fix Abstand der Befestigungspunkte Profil auf Untergrund im Längsrichtung  
 hu Horizontale Einmetast als Linienlast an der Oberkante Glasabstützung  
 wu Horizontale Einmetast als Flächenlast auf der gesamten Glasabstützung  
 ym Aluminium Teilsicherheitsbeiwert Aluminium nach DIN EN 1999-1-1  
 yG Glas Teilsicherheitsbeiwert Lasten für variable Lasten nach DIN EN 1990  
 yD Wind Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990  
 s0 Wind Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990  
 Fc,d,Ed innen Maximale aufnehmbare obere Auflagerkraft Glas im Profil aus Basis Profilverstand im GZT aus FE Berechnung

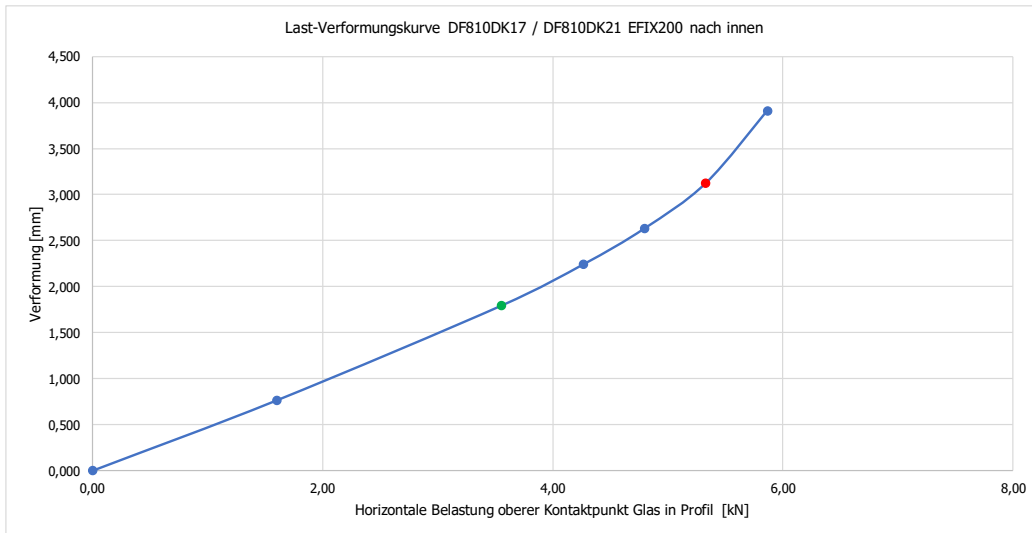
Material: EN AW 6063 T6

Höhe mm	L1 mm	Reaktionskräfte Glas/Profil		Auflagerkräfte Profil/Untergrund		Reaktionskräfte Glas/Profil		Auflagerkräfte Profil/Untergrund		Reaktionskräfte Glas/Profil		Auflagerkräfte Profil/Untergrund		Reaktionskräfte Glas/Profil		Auflagerkräfte Profil/Untergrund		Anspruch u1,0.5					
		Fc,k	Fc,d	Fd,k	Fd,d	Fc,k	Fc,d	Fd,k	Fd,d	Fc,k	Fc,d	Fd,k	Fd,d	Fc,k	Fc,d	Fd,k	Fd,d						
600	500.5	1.72	-1.52	3.30	3.30	0.49	-0.37	0.99	0.99	0.86	-0.76	1.29	1.29	-1.14	1.65	1.79	1.65	2.47	2.47	9.24	6.08	6.08	0.24
650	500.5	1.87	-1.67	3.57	3.57	0.58	-0.45	1.16	1.16	0.93	-0.83	1.40	1.40	-1.23	1.79	1.79	1.65	2.47	2.47	9.24	6.08	6.08	0.24
700	500.5	2.02	-1.82	3.85	3.85	0.67	-0.53	1.33	1.33	1.02	-0.92	1.57	1.57	-1.39	1.99	1.99	1.85	2.68	2.68	9.24	6.08	6.08	0.24
750	600.5	2.17	-1.97	4.12	4.12	0.76	-0.63	1.50	1.50	1.09	-0.99	1.63	1.63	-1.48	2.06	2.06	1.91	2.83	2.83	9.24	6.08	6.08	0.24
800	700.5	2.32	-2.12	4.40	4.40	0.89	-0.74	1.76	1.76	1.16	-1.06	1.74	1.74	-1.59	2.20	2.20	2.06	3.00	3.00	9.24	6.08	6.08	0.24
850	750.5	2.47	-2.27	4.67	4.67	1.01	-0.85	1.98	1.98	1.24	-1.14	1.86	1.86	-1.71	2.34	2.34	2.20	3.10	3.10	9.24	6.08	6.08	0.24
900	800.5	2.63	-2.43	4.95	4.95	1.14	-0.96	2.23	2.23	1.31	-1.21	1.97	1.97	-1.82	2.47	2.47	2.34	3.20	3.20	9.24	6.08	6.08	0.24
950	850.5	2.78	-2.58	5.23	5.23	1.27	-1.07	2.49	2.49	1.39	-1.29	2.15	2.15	-1.95	2.61	2.61	2.47	3.28	3.28	9.24	6.08	6.08	0.24
1000	900.5	2.93	-2.73	5.49	5.49	1.42	-1.22	2.75	2.75	1.46	-1.36	2.20	2.20	-2.05	2.75	2.75	2.61	3.32	3.32	9.24	6.08	6.08	0.24
1050	950.5	3.08	-2.88	5.77	5.77	1.57	-1.36	3.03	3.03	1.54	-1.44	2.31	2.31	-2.16	2.88	2.88	2.75	3.41	3.41	9.24	6.08	6.08	0.24
1100	1000.5	3.23	-3.03	6.04	6.04	1.72	-1.51	3.32	3.32	1.62	-1.52	2.42	2.42	-2.27	3.02	3.02	2.88	3.43	3.43	9.24	6.08	6.08	0.24
1150	1050.5	3.38	-3.18	6.32	6.32	1.89	-1.67	3.63	3.63	1.69	-1.59	2.54	2.54	-2.39	3.16	3.16	3.02	3.43	3.43	9.24	6.08	6.08	0.24
1200	1100.5	3.53	-3.33	6.60	6.60	2.06	-1.84	3.94	3.94	1.77	-1.67	2.66	2.66	-2.51	3.29	3.29	3.16	3.43	3.43	9.24	6.08	6.08	0.24
1250	1150.5	3.69	-3.49	6.87	6.87	2.24	-2.00	4.29	4.29	1.84	-1.74	2.76	2.76	-2.61	3.43	3.43	3.29	3.43	3.43	9.24	6.08	6.08	0.24
1300	1200.5	3.84	-3.64	7.14	7.14	2.43	-2.18	4.64	4.64	1.92	-1.82	2.88	2.88	-2.73	3.57	3.57	3.43	3.43	3.43	9.24	6.08	6.08	0.24
1350	1250.5	3.99	-3.79	7.42	7.42	2.63	-2.26	5.01	5.01	1.99	-1.89	2.99	2.99	-2.84	3.71	3.71	3.57	3.57	3.57	9.24	6.08	6.08	0.24
1400	1300.5	4.14	-3.94	7.69	7.69	2.83	-2.36	5.38	5.38	2.07	-1.97	3.11	3.11	-2.96	3.85	3.85	3.71	3.71	3.71	9.24	6.08	6.08	0.24
1450	1350.5	4.29	-4.09	7.97	7.97	3.02	-2.49	5.75	5.75	2.14	-2.04	3.23	3.23	-3.18	4.00	4.00	3.85	3.85	3.85	9.24	6.08	6.08	0.24
1500	1400.5	4.44	-4.24	8.24	8.24	3.26	-2.67	6.18	6.18	2.22	-2.12	3.33	3.33	-3.18	4.12	4.12	4.00	4.00	4.00	9.24	6.08	6.08	0.24
1550	1450.5	4.60	-4.40	8.52	8.52	3.48	-2.86	6.60	6.60	2.30	-2.20	3.45	3.45	-3.30	4.26	4.26	4.12	4.12	4.12	9.24	6.08	6.08	0.24
1600	1500.5	4.75	-4.55	8.79	8.79	3.72	-3.00	7.03	7.03	2.37	-2.27	3.56	3.56	-3.41	4.40	4.40	4.26	4.26	4.26	9.24	6.08	6.08	0.24

DF810DK17 / DF810DK21 - PROFIL - EFIX200 - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)

Höhe mm	FK 1.0 kN	FK d 1.0 kN	FD 1.0 kN	FD d 1.0 kN	Auflagerkräfte Profil/Untergrund		Reaktionskräfte Glas/Profil		Auflagerkräfte Profil/Untergrund		Reaktionskräfte Glas/Profil		Anspruch u1,0
					Fc,k	Fc,d	Fd,k	Fd,d	Fc,k	Fc,d	Fd,k	Fd,d	
1,00	1,72	-1,52	2,88	-2,28	3,30	3,30	0,49	-0,37	0,99	0,99	0,86	-0,76	1,29
1,00	2,02	-1,82	3,16	-2,56	3,57	3,57	0,58	-0,45	1,16	1,16	0,93	-0,83	1,40
1,00	2,17	-1,97	3,26	-2,66	3,85	3,85	0,67	-0,53	1,33	1,33	1,02	-0,92	1,57
1,00	2,32	-2,12	3,48	-2,86	4,12	4,12	0,76	-0,63	1,50	1,50	1,09	-0,99	1,63
1,00	2,47	-2,27	3,71	-3,18	4,40	4,40	0,89	-0,74	1,76	1,76	1,16	-1,06	1,74
1,00	2,63	-2,43	3,94	-3,41	4,67	4,67	1,01	-0,85	1,98	1,98	1,24	-1,14	1,86
1,00	2,78	-2,58	4,17	-3,67	4,95	4,95	1,14	-0,96	2,23	2,23	1,31	-1,21	1,97
1,00	2,93	-2,73	4,39	-3,87	5,23	5,23	1,27	-1,07	2,49	2,49	1,39	-1,29	2,15
1,00	3,08	-2,88	4,62	-4,12	5,49	5,49	1,42	-1,22	2,75	2,75	1,46	-1,36	2,20
1,00	3,23	-3,03	4,85	-4,32	5,77	5,77	1,57	-1,36	3,03	3,03	1,54	-1,44	2,31
1,00	3,38	-3,18	5,08	-4,56	6,04	6,04	1,72	-1,51	3,32	3,32	1,62	-1,52	2,42
1,00	3,53	-3,33	5,30	-4,80	6,32	6,32	1,89	-1,67	3,63	3,63	1,69	-1,59	2,54
1,00	3,69	-3,49	5,53	-5,03	6,60	6,60	2,06	-1,84	3,94	3,94	1,77	-1,67	2,66
1,00	3,84	-3,64	5,76	-5,26	6,87	6,87	2,24	-2,00	4,29	4,29	1,84	-1,74	2,76
1,00	3,99	-3,79	5,98	-5,46	7,14	7,14	2,43	-2,18	4,64	4,64	1,92	-1,82	2,88
1,00	4,14	-3,94	6,21	-5,67	7,42	7,42	2,63	-2,26	5,01	5,01	1,99	-1,89	2,99
1,00	4,29	-4,09	6,44	-5,88	7,69	7,69	2,83	-2,36	5,38	5,38	2,07	-1,97	3,11
1,00	4,44	-4,24	6,67	-6,10	7,97	7,97	3,02	-2,49	5,75	5,75	2,14	-2,04	3,23
1,00	4,60	-4,40	6,89	-6,32	8,24	8,24	3,26	-2,67	6,18	6,18	2,22	-2,12	3,33
1,00	4,75	-4,55	7,12	-6,52	8,52	8,52	3,48	-2,86	6,60	6,60	2,30	-2,20	3,45
1,00	4,90	-4,70	7,34	-6,72	8,79	8,79	3,72	-3,00	7,03	7,03	2,37	-2,27	3,56

Lastrichtung nach innen	Lastfaktor	FC.Rd.innen.FE	FC.Rd.innen.FE	Verformung
	-	kN	kN/m	mm
	0,00	0,00	0,00	0,000
	0,30	1,60	8,00	0,763
SLS	0,67	3,56	17,78	1,792
	0,80	4,27	21,33	2,239
	0,90	4,80	24,00	2,630
<b>ULS</b>	<b>1,00</b>	<b>5,33</b>	<b>26,66</b>	<b>3,122</b>
	1,10	5,87	29,33	3,908

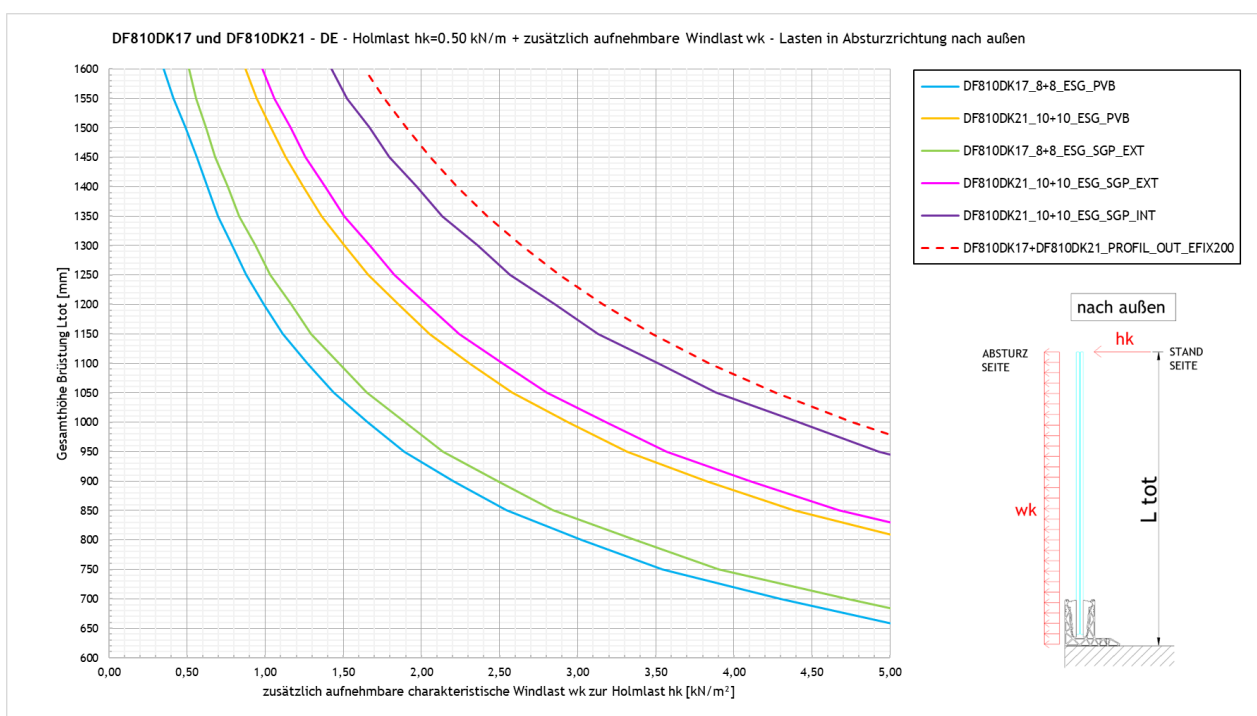


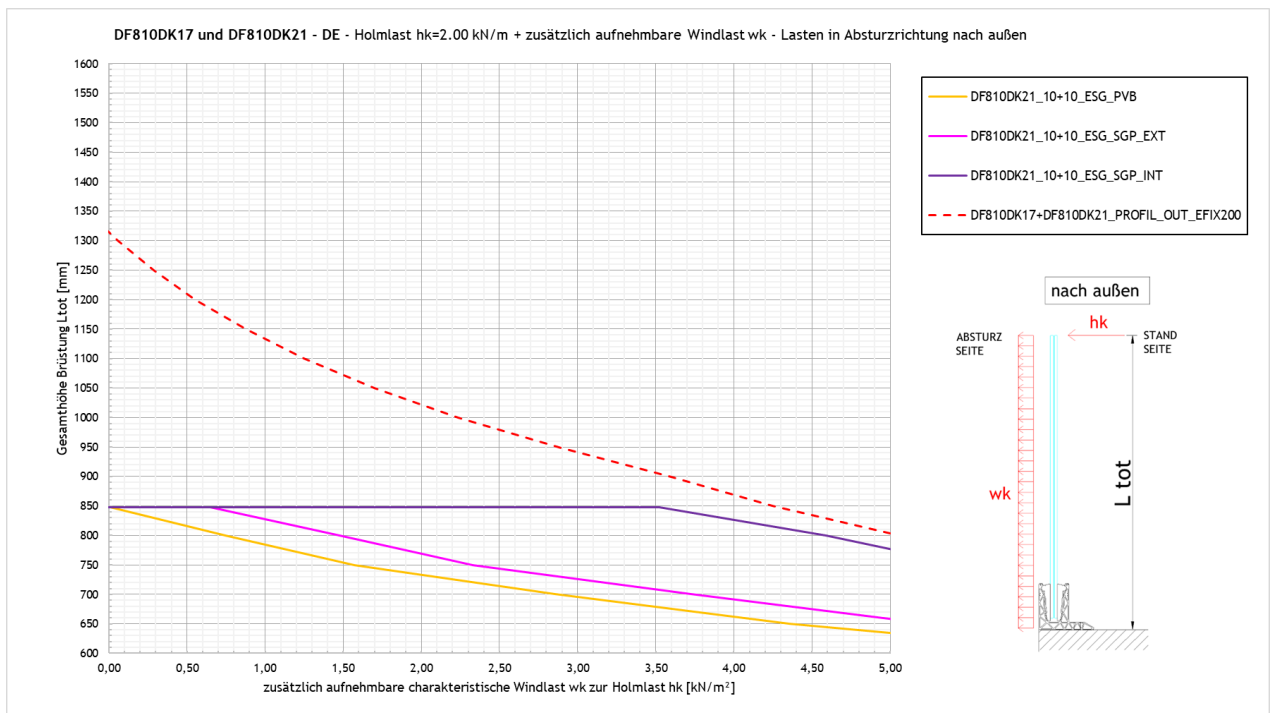
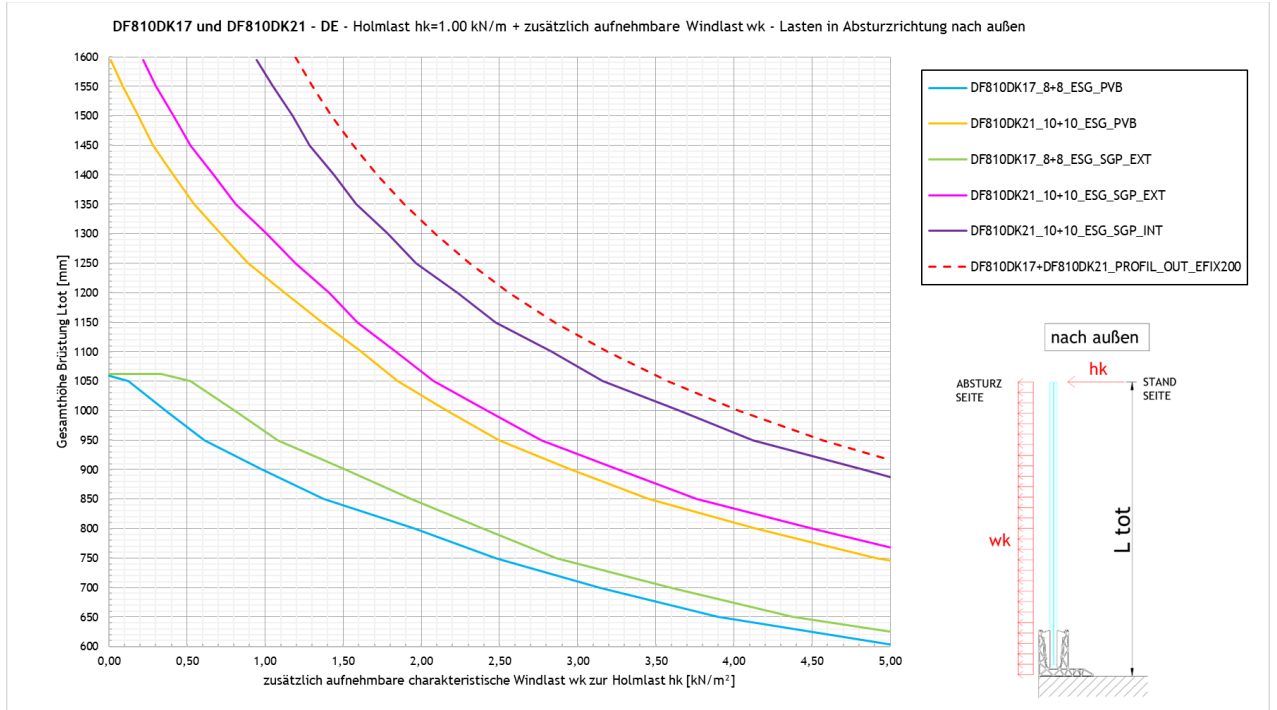
## 5 Zusammenfassung Ergebnisse Glas- und Profilbemessung

### 5.1 Maximale zusätzlich zur Holmlast aufnehmbare Windlast $w_k$

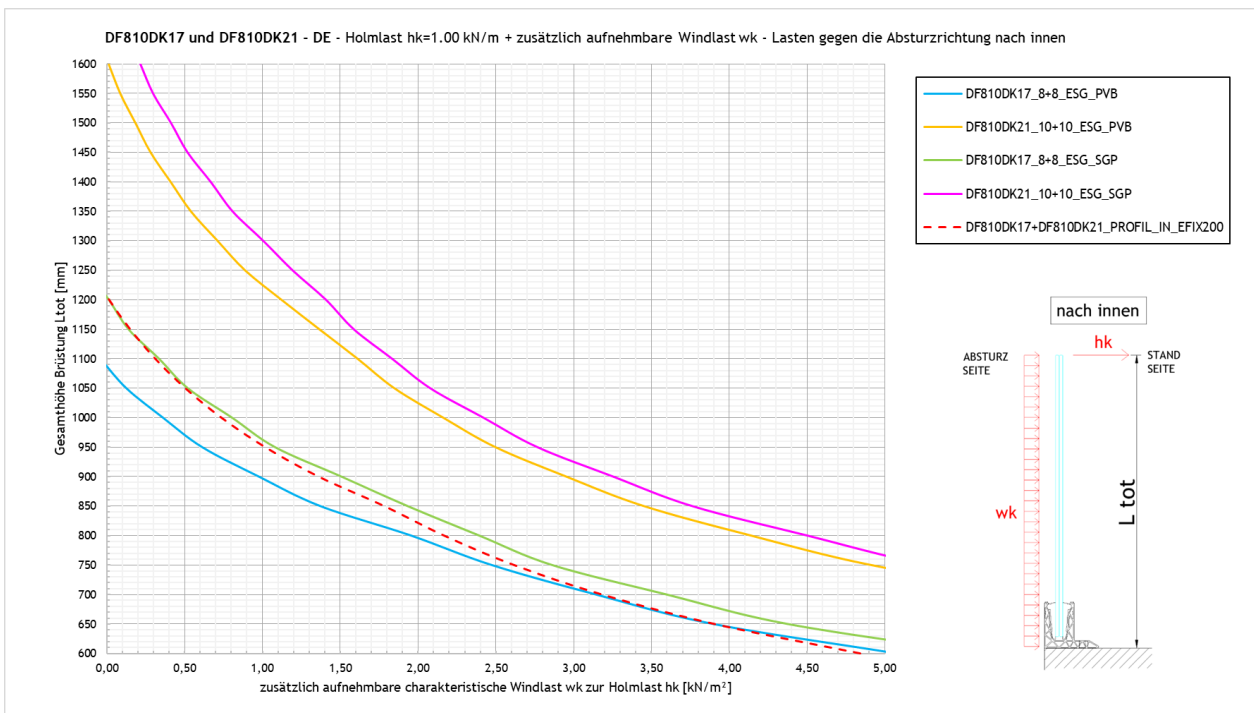
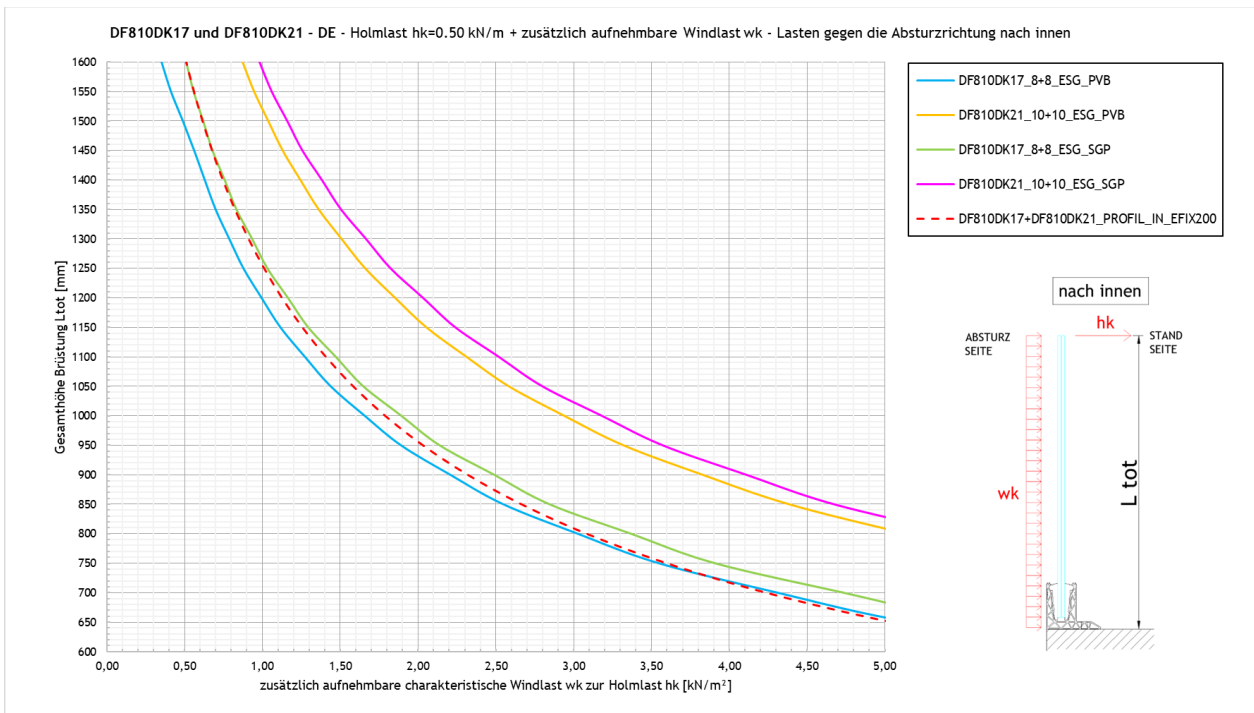
In den folgenden Abbildungen ist die maximale zusätzlich zur Holmlast noch aufnehmbare Windlast dargestellt, sowohl für die Absturzrichtung als auch entgegen der Absturzrichtung

Bei einem Einsatz im Gebäudeinneren ohne Windlast bzw. bei nur Betrachtung der Holmlast sind die Grafiken für eine Windlast von  $0 \text{ kN/m}^2$  auszulesen, der Schnittpunkt der Kurven mit der Y-Achse ergibt dann direkt die maximal zulässige Brüstungshöhe.









## 5.2 Zusammenfassung Systemwiderstand für Holmlasten

In der nachfolgenden Tabelle sind für die Glasbrüstung DEFENDER DF810DK verschiedene Anwendungssituationen für unterschiedliche Glasaufbauten, Befestigungsabstände und Holmlasten zusammengefasst. Die Ergebnisse sind auf Basis der statischen Tragfähigkeit von Glas und Profil ermittelt.

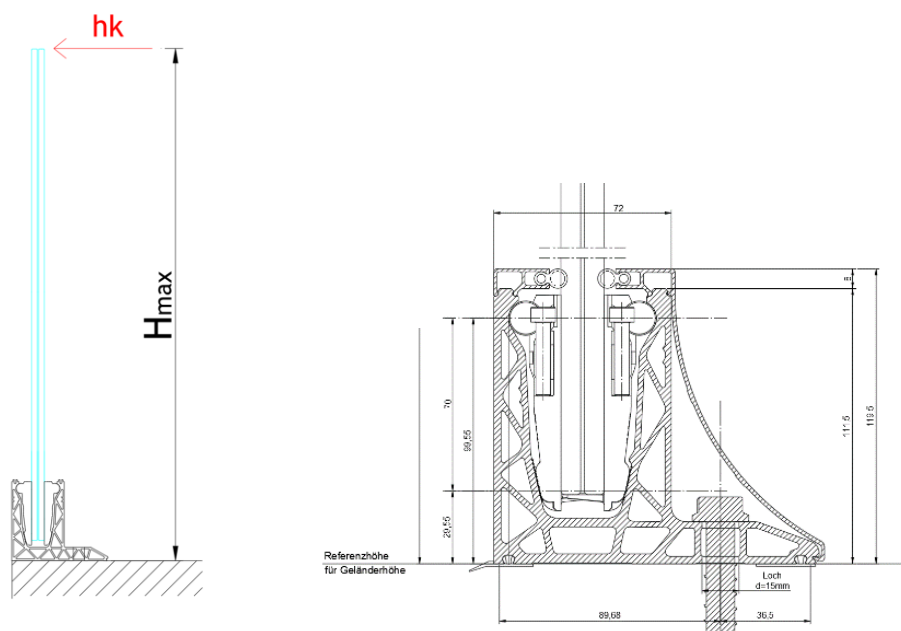
a) Vorbemessungstabelle für Brüstungssystem DF810DK ohne tragenden Handlauf aber mit Kantenschutz

DF810DK					
Anwendung	Glasaufbau	Abstand Befestigungsmittel in cm	Maximale Geländerrhöhe <sup>2</sup> (Hmax) in [cm] - Bezugsebene = Unterkante Profil - siehe Skizze unten		
			hk=0,5 kN/m	hk=1,0 kN/m	hk=2,0 kN/m
Intern + Extern (Innenbereich / Fassadenbereich <sup>1</sup> ) - nur Holmlasten <sup>2</sup>	88.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	130	100	-
		40	110	-	-
	1010.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	130	130	80

<sup>1</sup> Innenbereich bzw. Fassadenbereich entsprechend den Vorgaben der AbZ Z-70.3-253 (Sentryglas®-Folie)

<sup>2</sup> Die Tabellenwerte gelten für Holmlasten nach außen in Absturzrichtung - siehe Richtung hk in der Grafik unten - und sind aus dem statischen Tragwiderstand im GZT von Glas und Aluminiumprofil abgeleitet.

Systemdarstellung und Lastrichtung für die zusammengefassten Ergebnisse in der Tabelle:



b) Vorbemessungstabelle für Brüstungssystem DF810DK mit tragendem Handlauf <sup>3</sup>

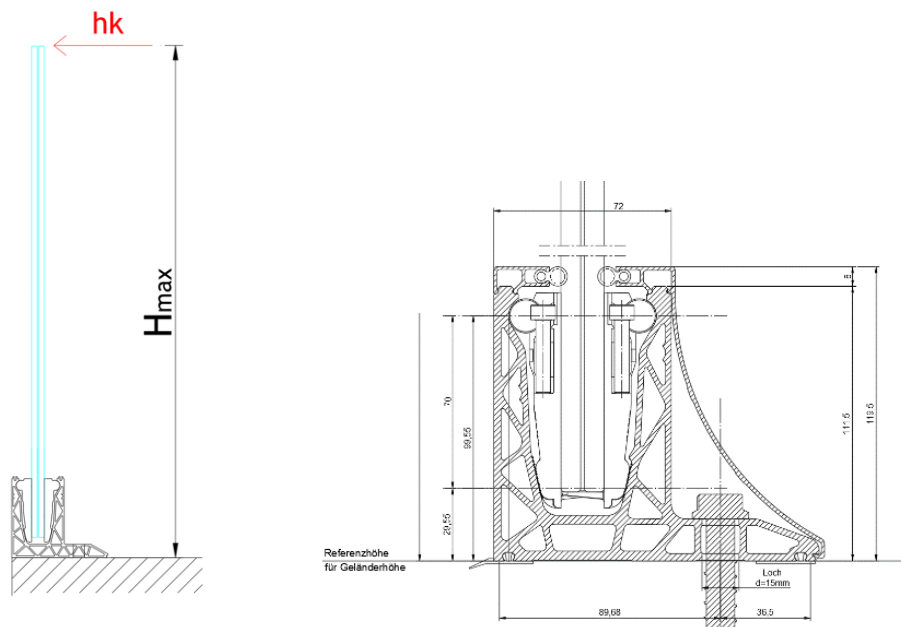
DF810DK					
Anwendung	Glasaufbau	Abstand Befestigungsmittel in cm	Maximale Geländerhöhe <sup>2</sup> (Hmax) in [cm] - Bezugsebene = Unterkante Profil - siehe Skizze unten		
			hk=0,5 kN/m	hk=1,0 kN/m	hk=2,0 kN/m
Intern + Extern (Innenbereich / Fassadenbereich <sup>1</sup> ) - nur Holmlasten <sup>2</sup>	88.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	130	100	-
		40	110	-	-
	88.2 ESG mit Sentryglas®	20	130	110	-
	1010.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	130	130	80
Intern (Innenbereich <sup>1</sup> ) - nur Holmlasten <sup>2</sup>	1010.2 ESG mit Sentryglas®	20	130	130	110

<sup>1</sup> Innenbereich bzw. Fassadenbereich entsprechend den Vorgaben der AbZ Z-70.3-253 (Sentryglas®-Folie)

<sup>2</sup> Die Tabellenwerte gelten für Holmlasten nach außen in Absturzrichtung - siehe Richtung hk in der Grafik unten - und sind aus dem statischen Tragwiderstand im GZT von Glas und Aluminiumprofil abgeleitet.

<sup>3</sup> Das Ausfallszenario für die Glasbrüstung (nach DIN 18008-4, 6.1.2) sowie der Nachweis des tragenden Handlaufs ist projektbezogen zu untersuchen, die Tabellenwerte beziehen sich auf die intakte VSG-Einheit.

Systemdarstellung und Lastrichtung für die zusammengefassten Ergebnisse in der Tabelle:

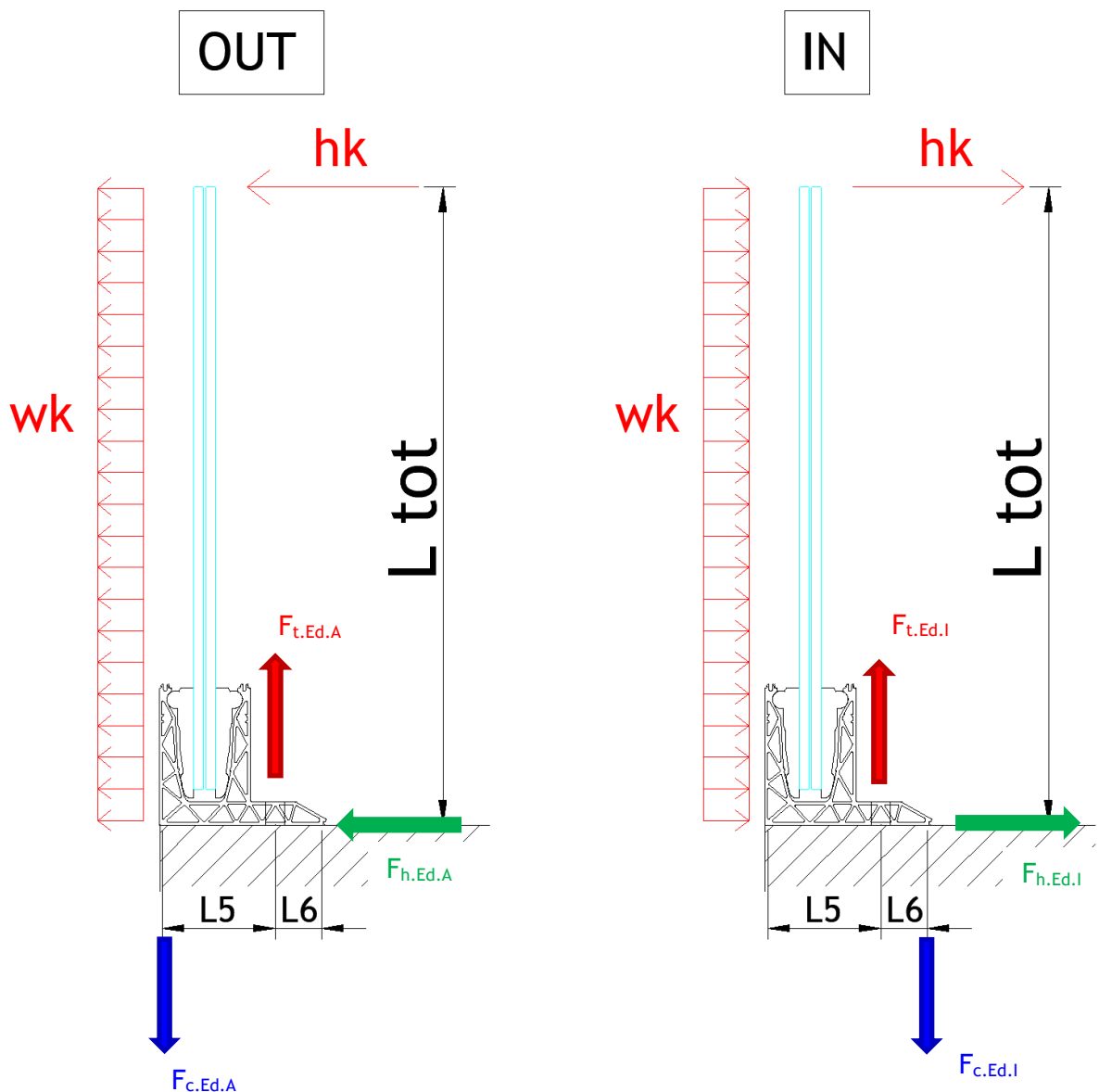


### 5.3 Reaktionskräfte Verankerung

Nachfolgend werden die Reaktionskräfte auf die Verankerung (Druck- und Zugkomponenten) bzw. die Formel für deren Berechnung für einen Verankerungsabstand von  $e=200$  mm für beide Lastrichtungen nach außen und nach innen angegeben.

Nach außen in Absturzrichtung

Nach innen gegen die Absturzrichtung



Für Verankerungsabstand  $e=200$  mm:

Nach außen in Absturzrichtung:

$$FtEd.A.e200 = e * \max\left(\frac{1.5 * hk * Ltot + 1.5 * 0.6 * wk * \frac{Ltot^2}{2}}{L5}; \frac{1.5 * 0.7 * hk * Ltot + 1.5 * wk * \frac{Ltot^2}{2}}{L5}\right)$$

$$FhEd.A.e200 = e * \max(1.5 * hk + 1.5 * 0.6 * wk * Ltot; 1.5 * 0.7 * hk + 1.5 * wk * Ltot)$$

$$\text{mit } e = 200\text{mm} + L5 = 89.6\text{mm}$$

$$FcEd.A.e200 = FtEd.A.e200$$

Nach innen gegen die Absturzrichtung:

$$FtEd.I.e200 = e * \max\left(\frac{1.5 * hk * Ltot + 1.5 * 0.6 * wk * \frac{Ltot^2}{2}}{L6}; \frac{1.5 * 0.7 * hk * Ltot + 1.5 * wk * \frac{Ltot^2}{2}}{L6}\right)$$

$$FhEd.I.e200 = e * \max(1.5 * hk + 1.5 * 0.6 * wk * Ltot; 1.5 * 0.7 * hk + 1.5 * wk * Ltot)$$

$$\text{mit } e = 200 \text{ mm} + L6 = 36.4\text{mm}$$

$$FcEd.I.e200 = FtEd.I.e200$$

## Anhang - Numerische Berechnung

### a) Grundlagen der numerischen Berechnung

23065 Defender 810 - GER+CH, Logli

DF810DK17 und DF810DK21

Einbauort: Deutschland, Schweiz

$$Y_{perm} := 1.35$$

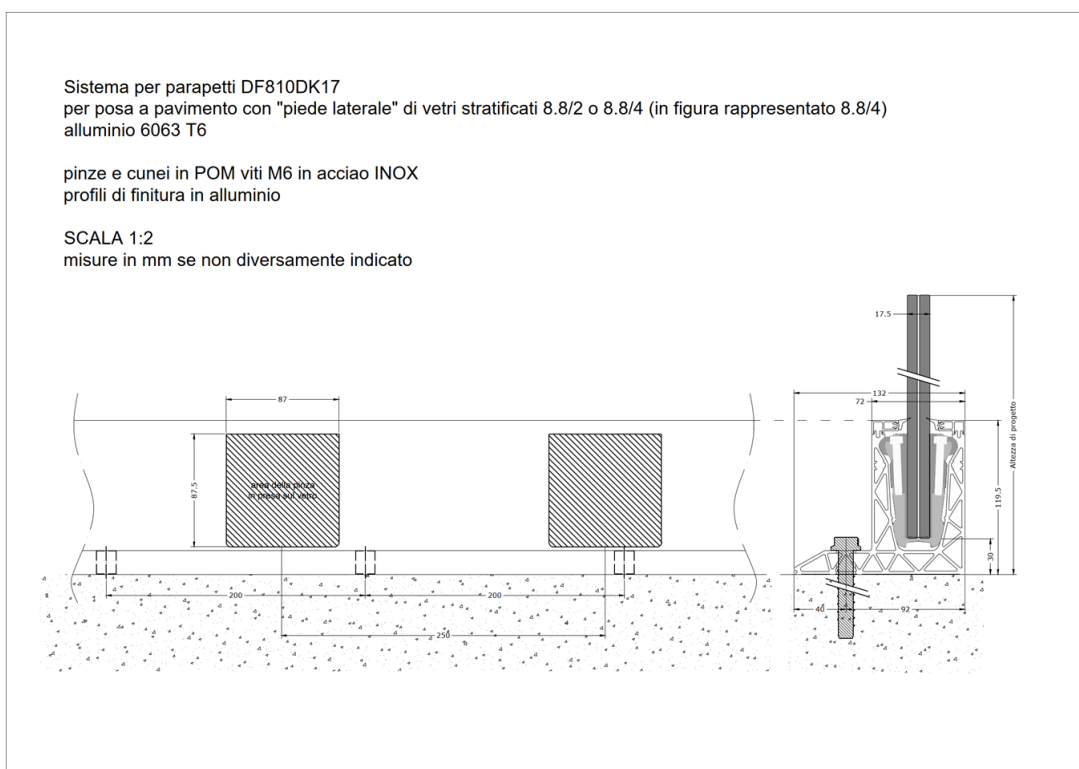
$$Y_{var} := 1.5$$

Legierung Aluprofile: EN AW6063-T6 mit  $t \leq 25$  mm

$$f_{ok} := 160 \text{ MPa} \quad f_{uk} := 195 \text{ MPa} \quad Y_{0alu} := 1.10 \quad Y_{1alu} := 1.10 \quad Y_{2alu} := 1.25$$

$$E_{alu} := 70000 \text{ MPa} \quad \rho_{alu} := 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$f_{od} := \frac{f_{ok}}{Y_{0alu}} = 145.4545 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



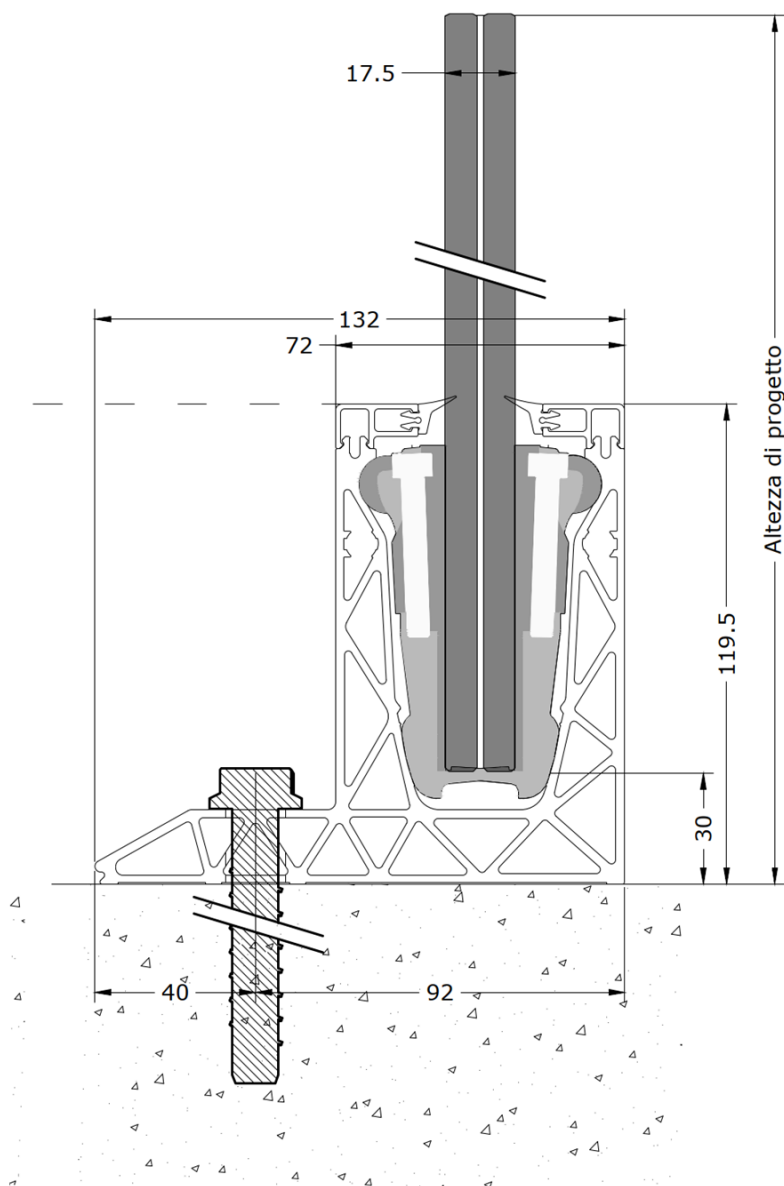
## BESTIMMUNG REAKTIONSKRÄFTE GLAS / PROFIL

$$q_{max.ek.out} := 2.4 \frac{kN}{m}$$

$$q_{max.ed.out} := q_{max.ek.out} \cdot \gamma_{var} = 3.6 \frac{kN}{m}$$

$$q_{max.ek.in} := 1.1 \frac{kN}{m}$$

$$q_{max.ed.in} := q_{max.ek.in} \cdot \gamma_{var} = 1.65 \frac{kN}{m}$$



## a) In Absturzrichtung nach außen

$$H_{tot} := 1100 \text{ mm}$$

$$l_4 := 33.50 \text{ mm}$$

$$l_3 := 66 \text{ mm}$$

$$l_{glass.1} := H_{tot} - l_3 - l_4 = 1000.5 \text{ mm}$$

$$e_{fix} := 200 \text{ mm}$$

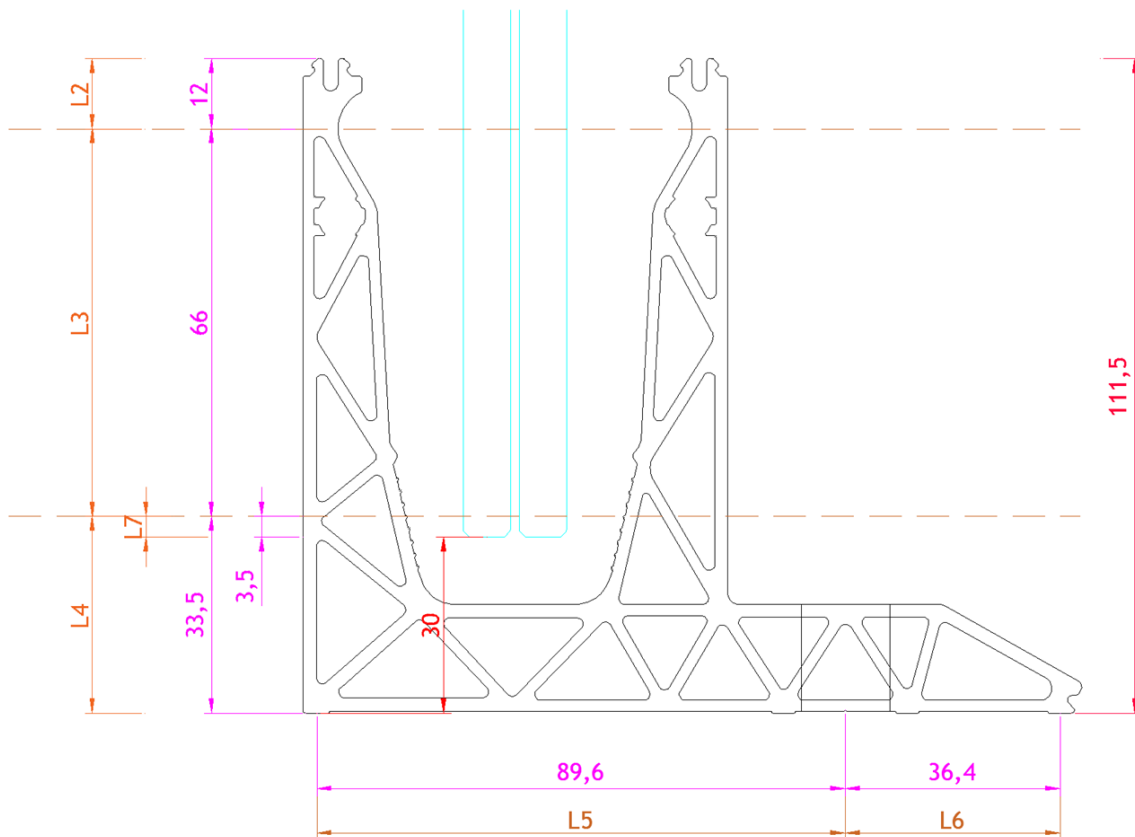
$$H_{Ed.1.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{l_{glass.1} + l_3}{l_3} \right) = 58.1727 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.1.out} \cdot e_{fix} = 11.6345 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.2.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{l_{glass.1}}{l_3} \right) = 54.5727 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.2.out} \cdot e_{fix} = 10.9145 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.1.out} - H_{Ed.2.out} = 3.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$





b) Gegen die Absturzrichtung nach innen

$$H_{tot} := 1100 \text{ mm}$$

$$l_4 := 33.50 \text{ mm}$$

$$l_3 := 66 \text{ mm}$$

$$l_{glass.1} := H_{tot} - l_3 - l_4 = 1000.5 \text{ mm}$$

$$e_{fix} := 200 \text{ mm}$$

$$H_{Ed.1.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{l_{glass.1} + l_3}{l_3} \right) = 26.6625 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.1.in} \cdot e_{fix} = 5.3325 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.2.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{l_{glass.1}}{l_3} \right) = 25.0125 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.2.in} \cdot e_{fix} = 5.0025 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.1.in} - H_{Ed.2.in} = 1.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

BESTIMMUNG REAKTIONSKRÄFTE PROFIL AUF UNTERGRUND
--

$$l_5 := 89.6 \text{ mm}$$

$$l_6 := 36.4 \text{ mm}$$

$$e_{fix} := 200 \text{ mm}$$

$$H_{tot} = 1100 \text{ mm}$$

Für die Belastung in Absturzrichtung (out)

$$q_{max.ed.out} = 3.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$F_{t.Ed.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{H_{tot}}{l_5} \right) \cdot e_{fix} = 8.8393 \text{ kN}$
---

$F_{c.Ed.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{H_{tot}}{l_5} \right) \cdot e_{fix} = 8.8393 \text{ kN}$
---

$$F_{h.Ed.out} := q_{max.ed.out} \cdot e_{fix} = 0.72 \text{ kN}$$

Vereinfachte Kontrolle Betonpressung

$$f_{cd} := \frac{25 \text{ MPa}}{1.5} = 16.6667 \text{ MPa}$$

$$b_c := 1.88 \text{ mm} \cdot 2 = 3.76 \text{ mm}$$

$$A_c := b_c \cdot e_{fix} = 752 \text{ mm}^2$$

$$F_{c.Rd} := A_c \cdot f_{cd} = 12.5333 \text{ kN}$$

$\frac{F_{c.Ed.out}}{F_{c.Rd}} = 0.7053$
--

Für die Belastung gegen die Absturzrichtung (in)

$$q_{max.ed.in} = 1.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{t.Ed.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{H_{tot}}{l_6} \right) \cdot e_{fix} = 9.9725 \text{ kN}$$

$$F_{c.Ed.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{H_{tot}}{l_6} \right) \cdot e_{fix} = 9.9725 \text{ kN}$$

$$F_{h.Ed.in} := q_{max.ed.in} \cdot e_{fix} = 0.33 \text{ kN}$$

Vereinfachte Kontrolle Betonpressung

$$f_{cd} := \frac{25 \text{ MPa}}{1.5} = 16.6667 \text{ MPa}$$

$$b_c := 1.88 \text{ mm} \cdot 2 = 3.76 \text{ mm}$$

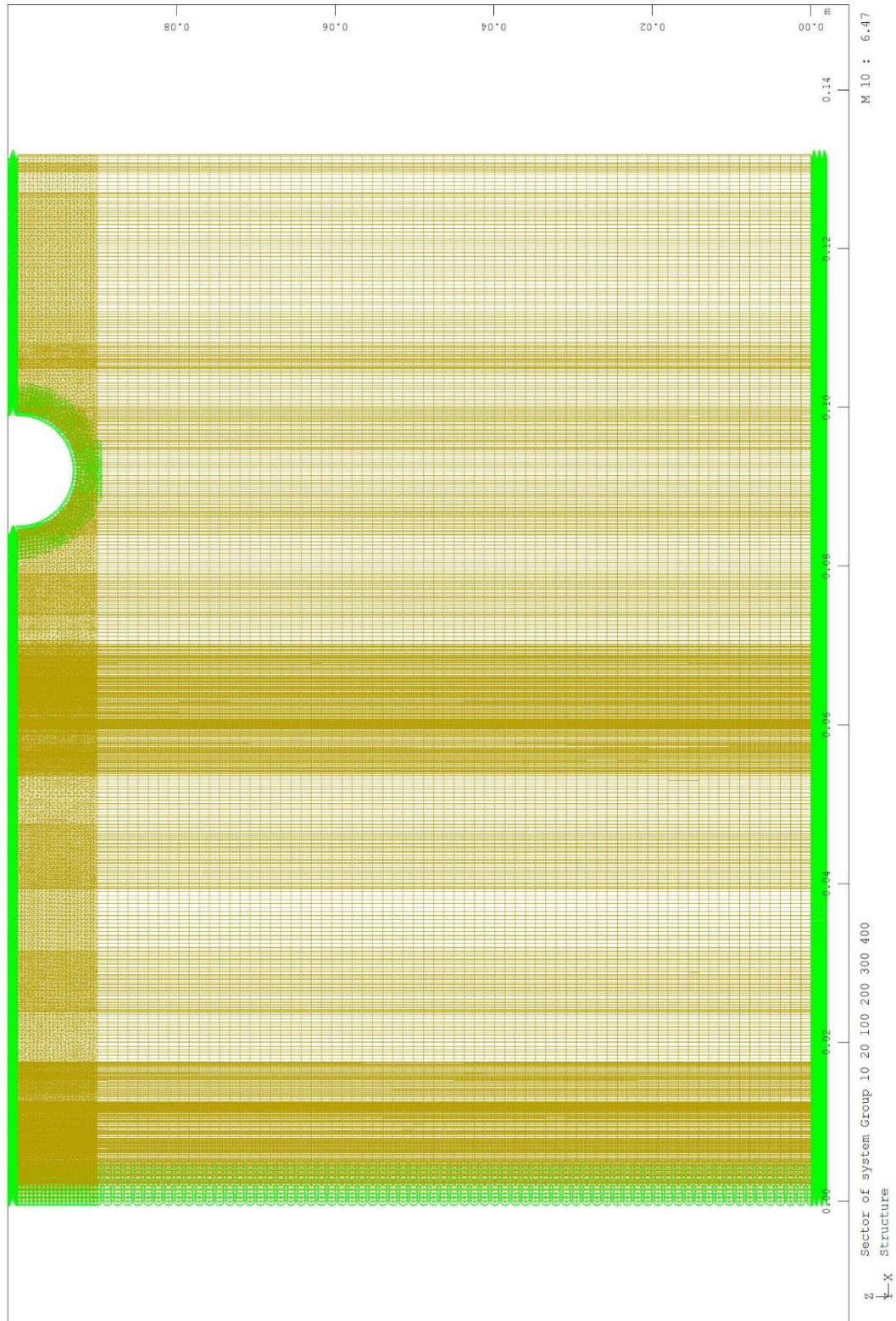
$$A_c := b_c \cdot e_{fix} = 752 \text{ mm}^2$$

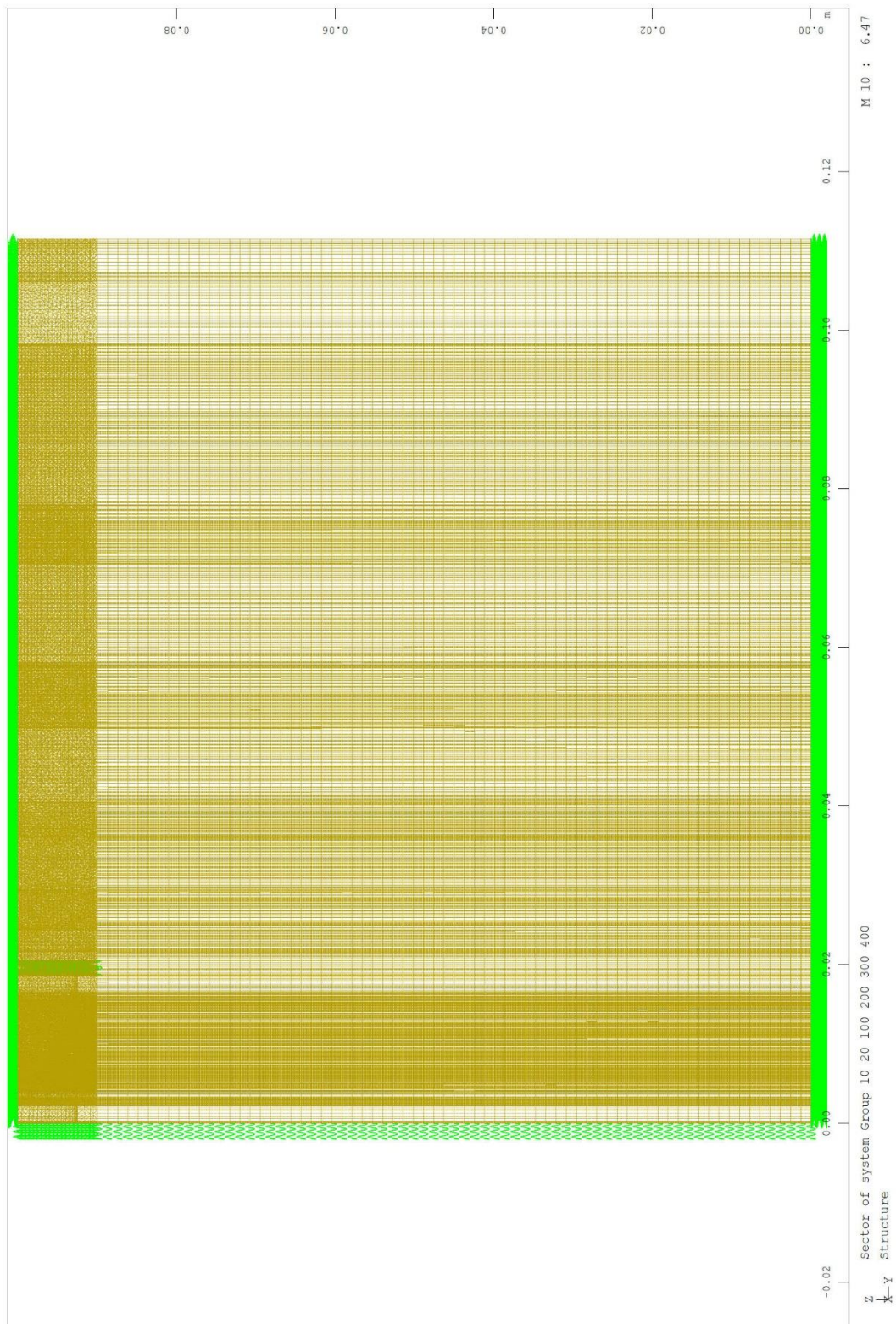
$$F_{c.Rd} := A_c \cdot f_{cd} = 12.5333 \text{ kN}$$

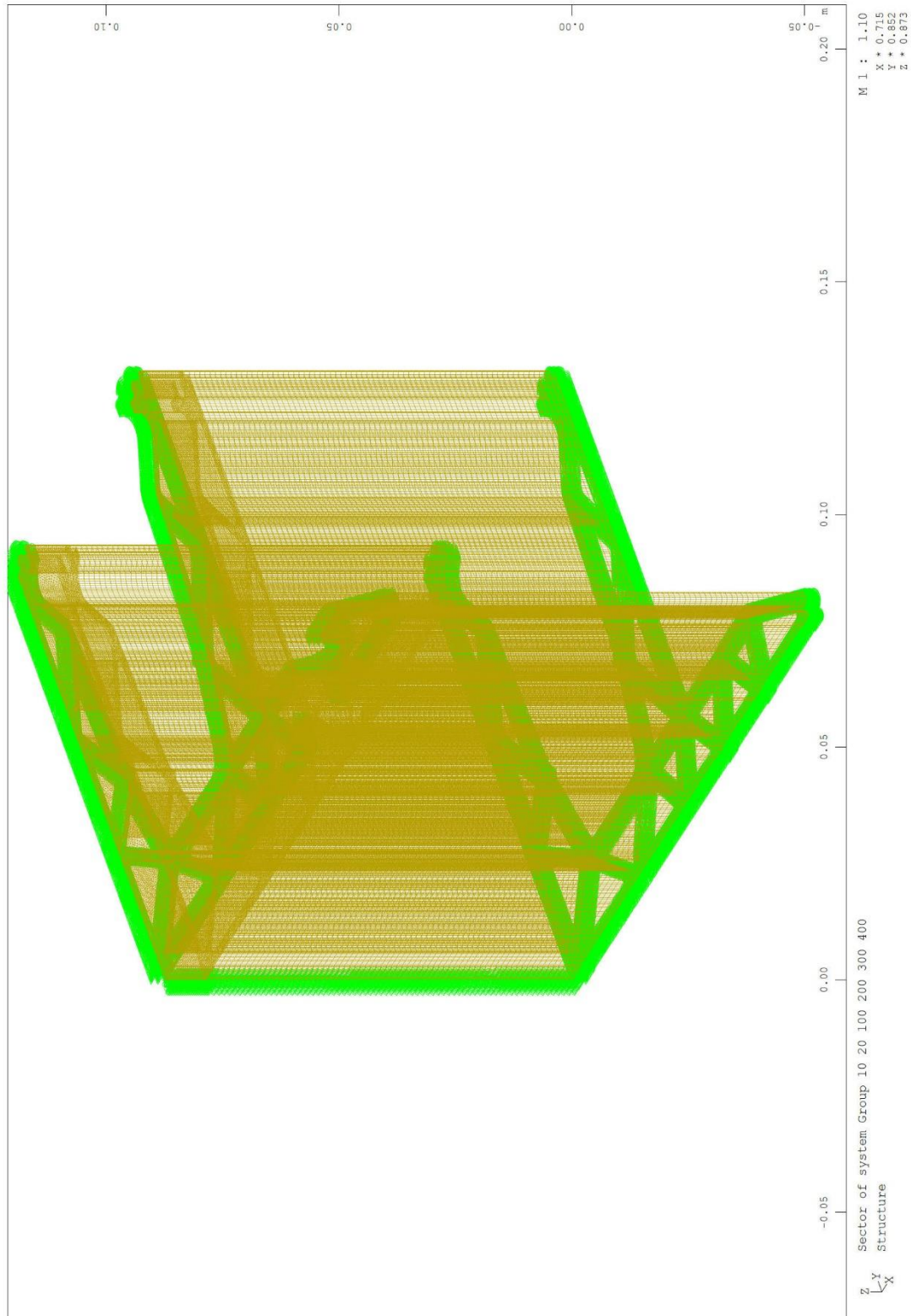
$$\frac{F_{c.Ed.in}}{F_{c.Rd}} = 0.7957$$

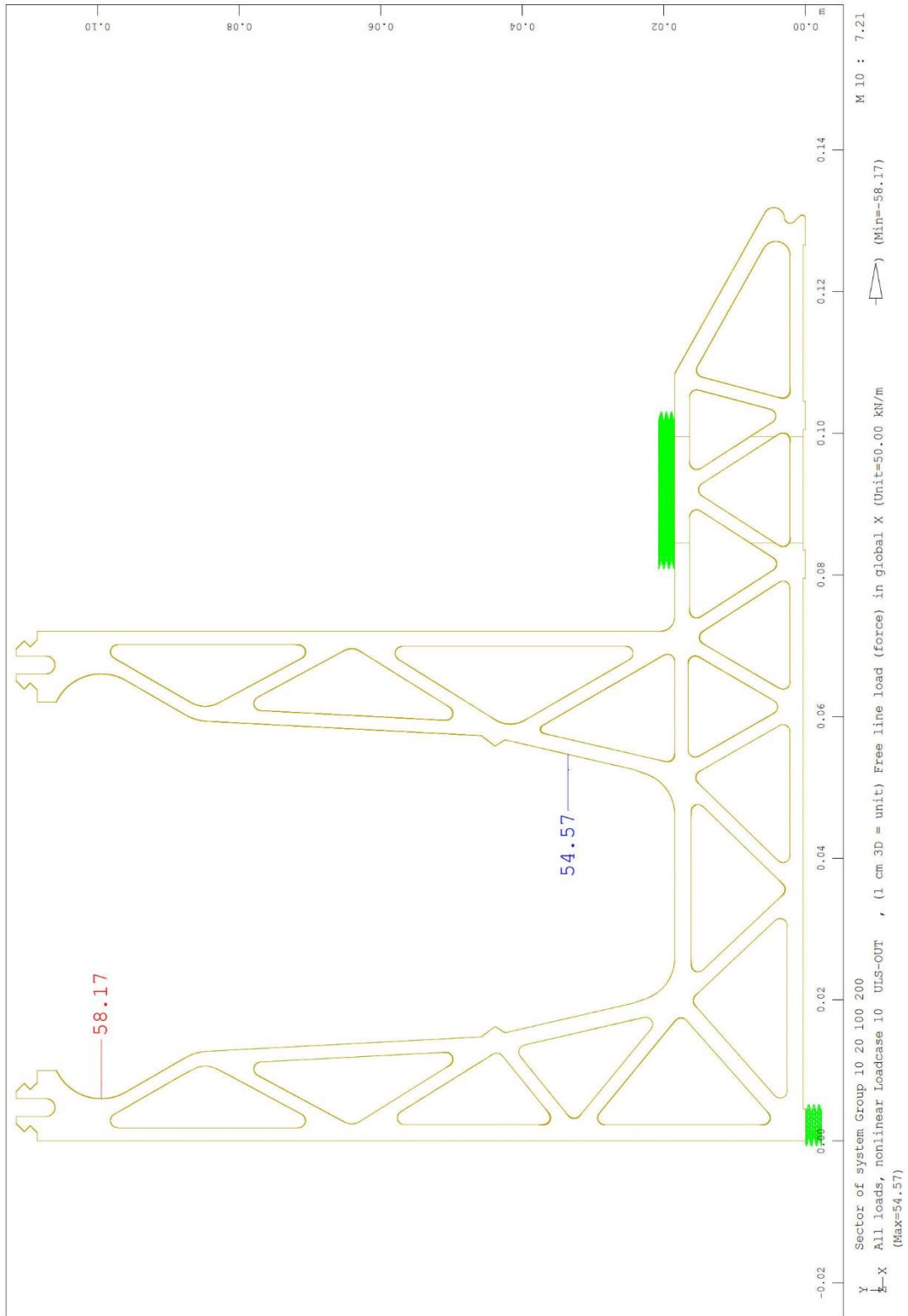
### b) Ergebnisse numerische Berechnung DF810DK



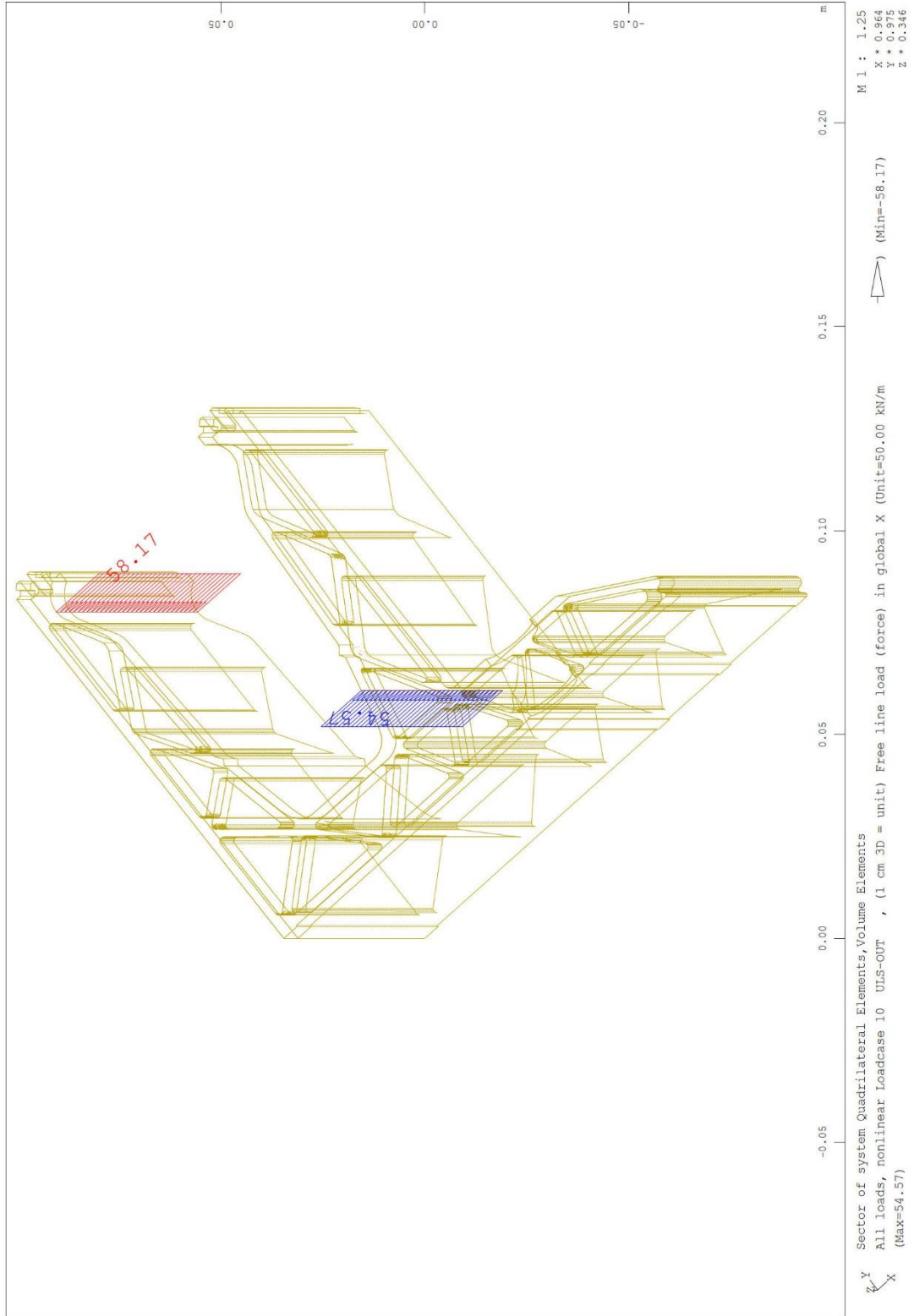


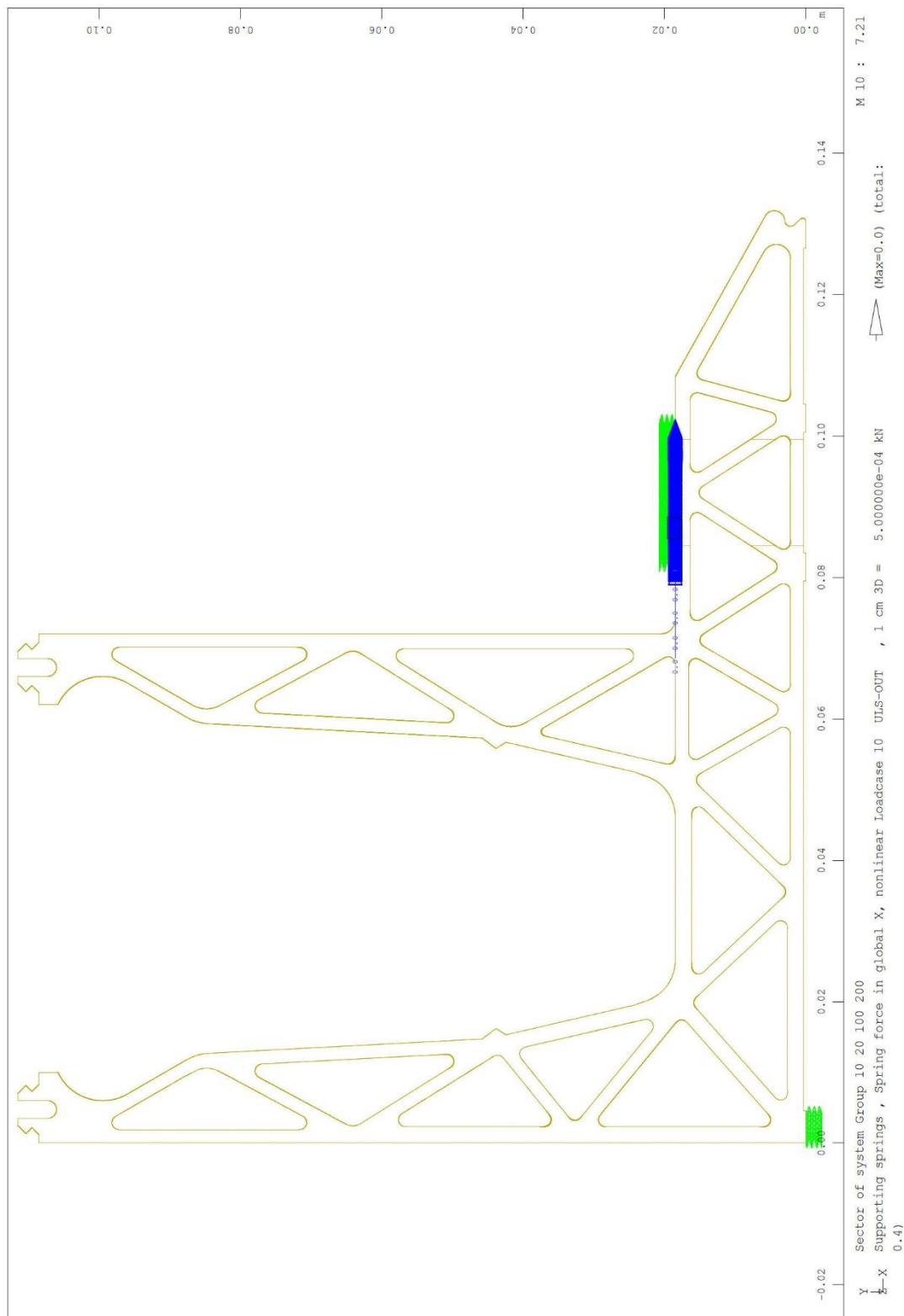


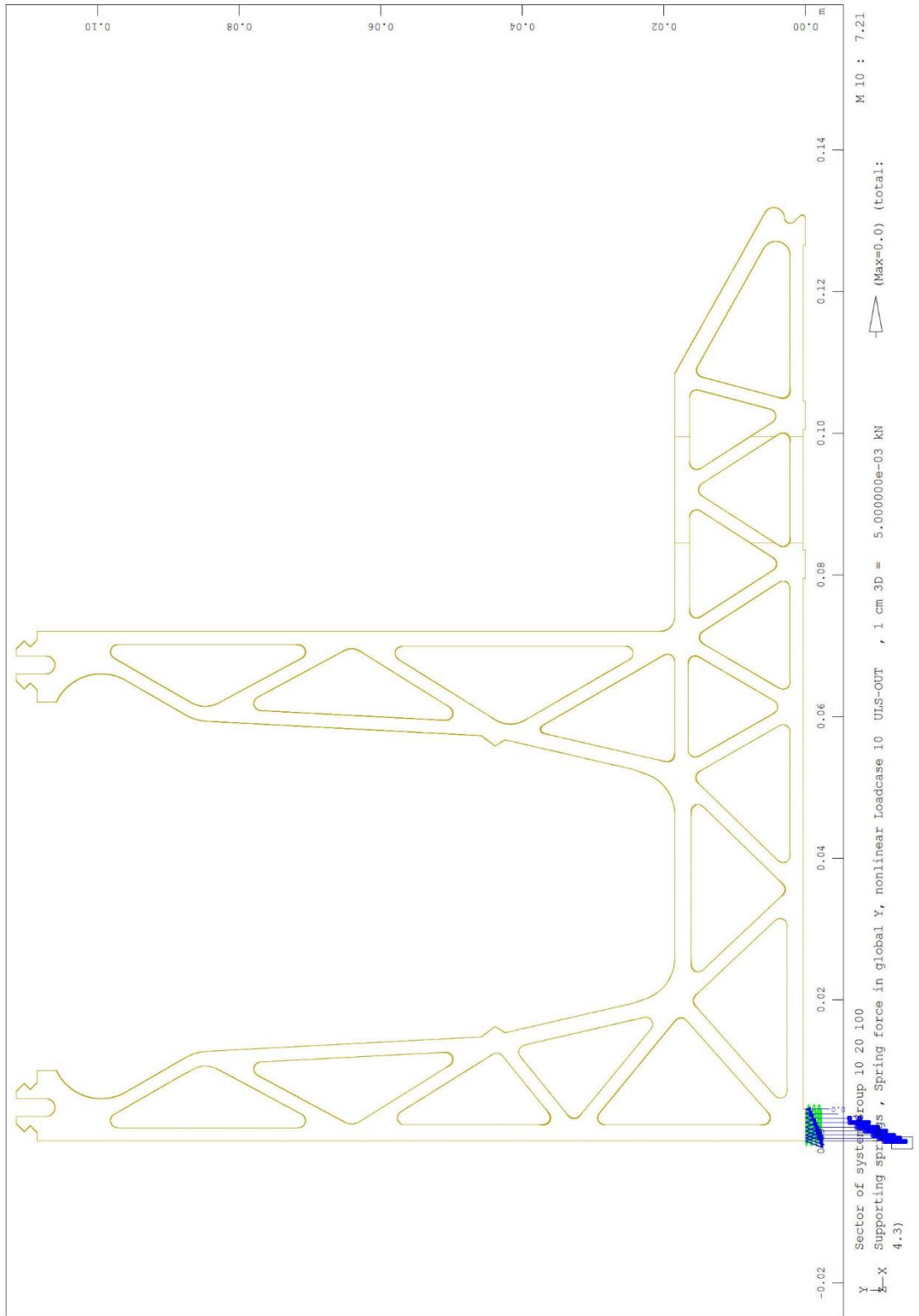


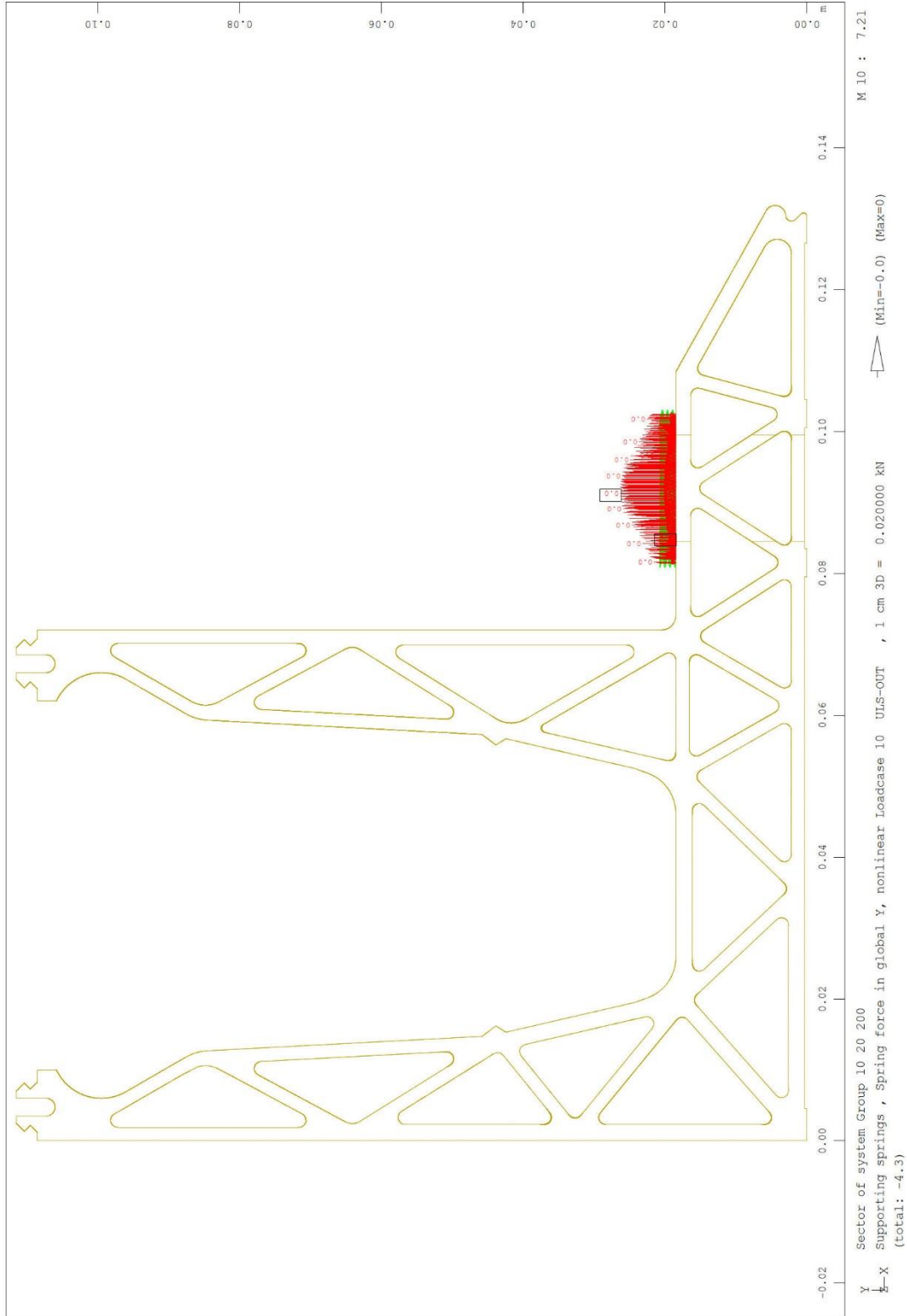


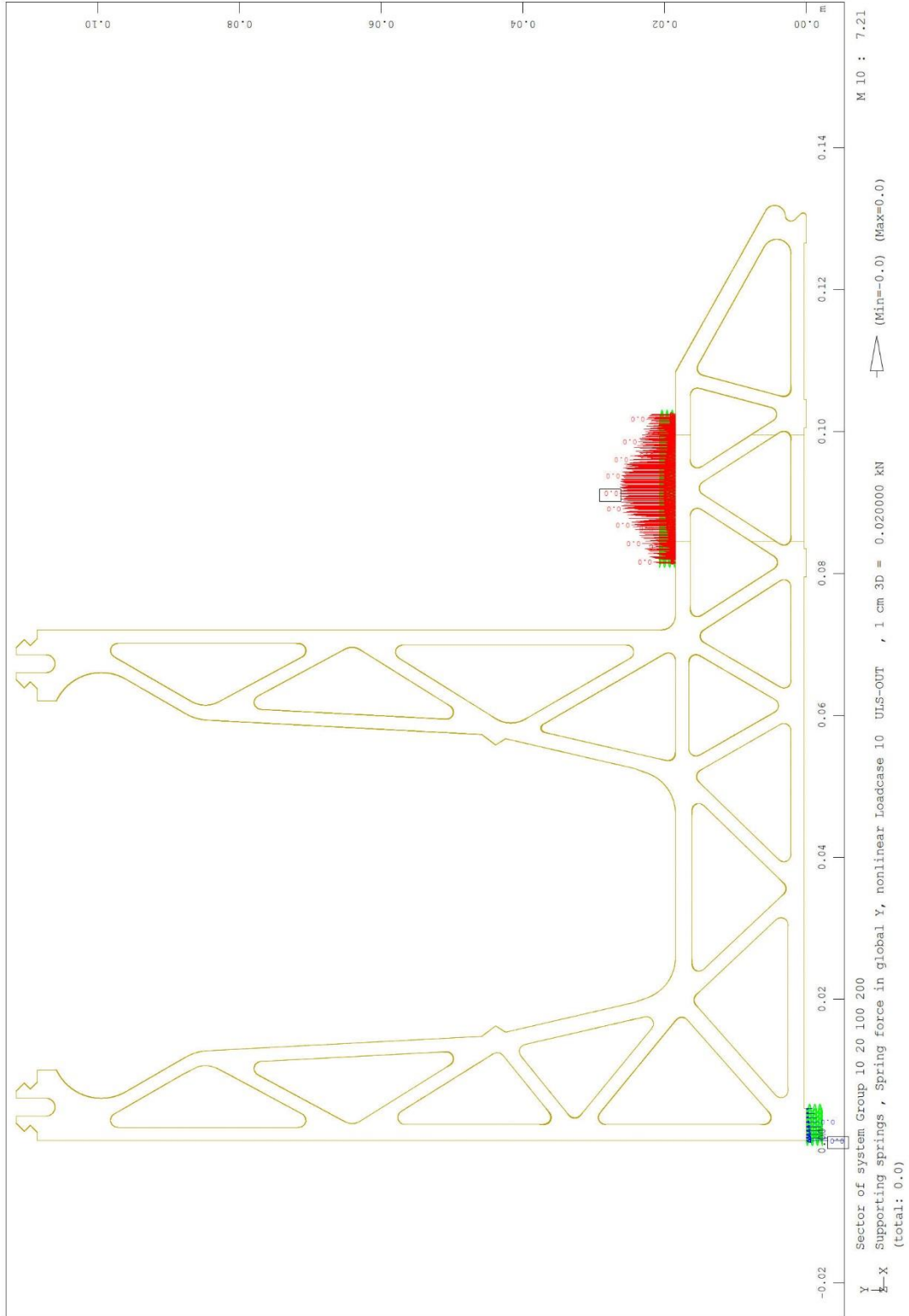


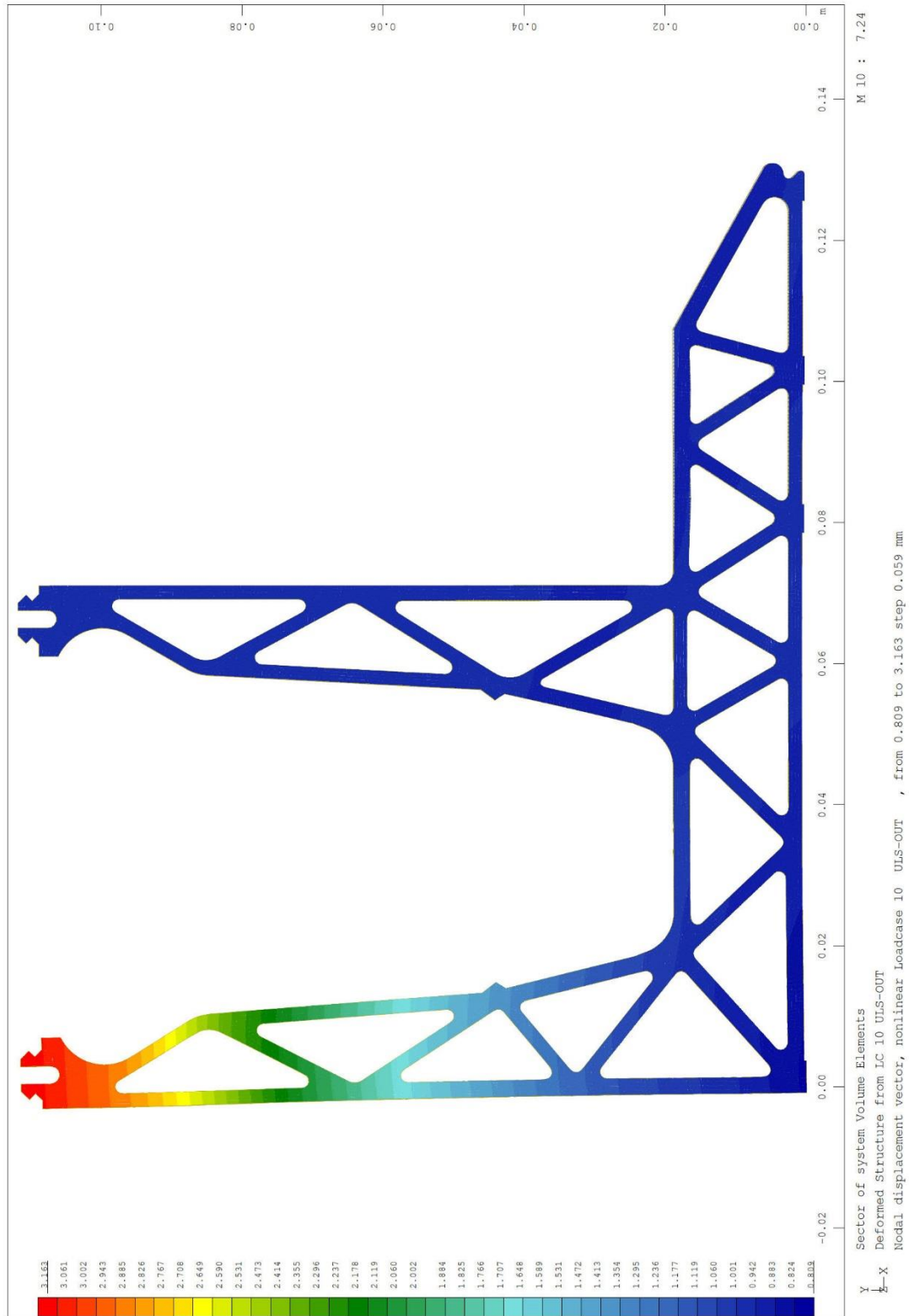


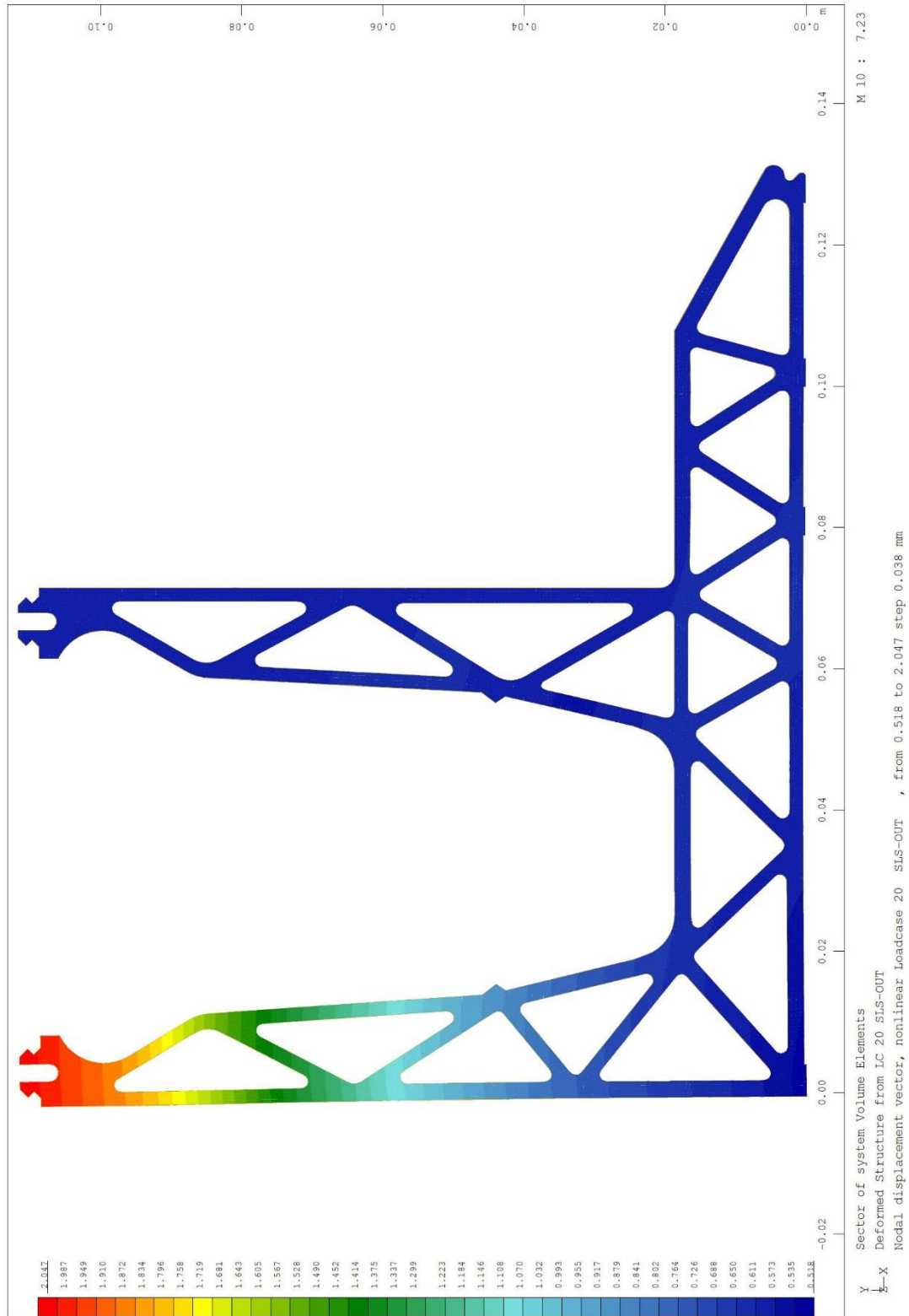


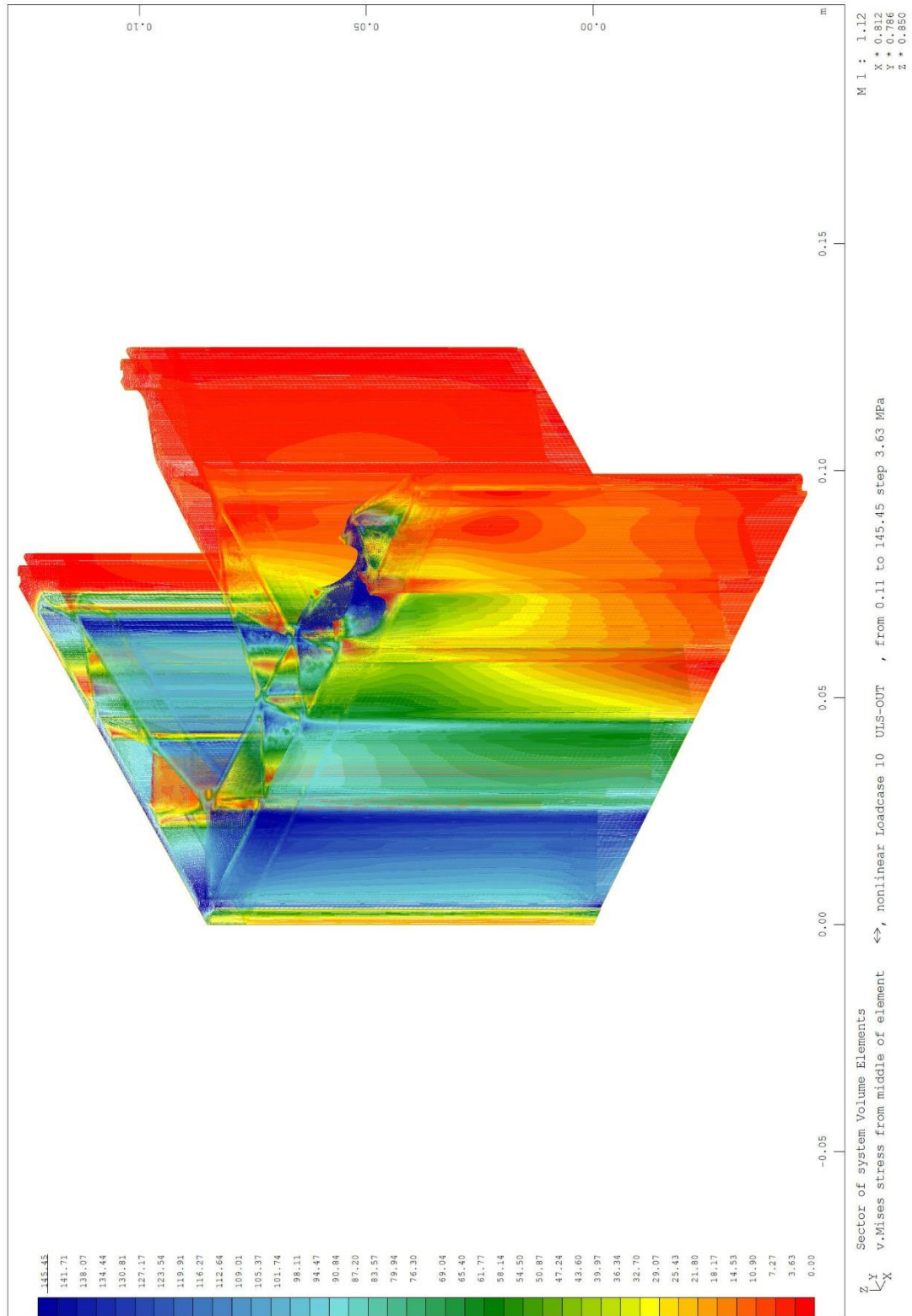




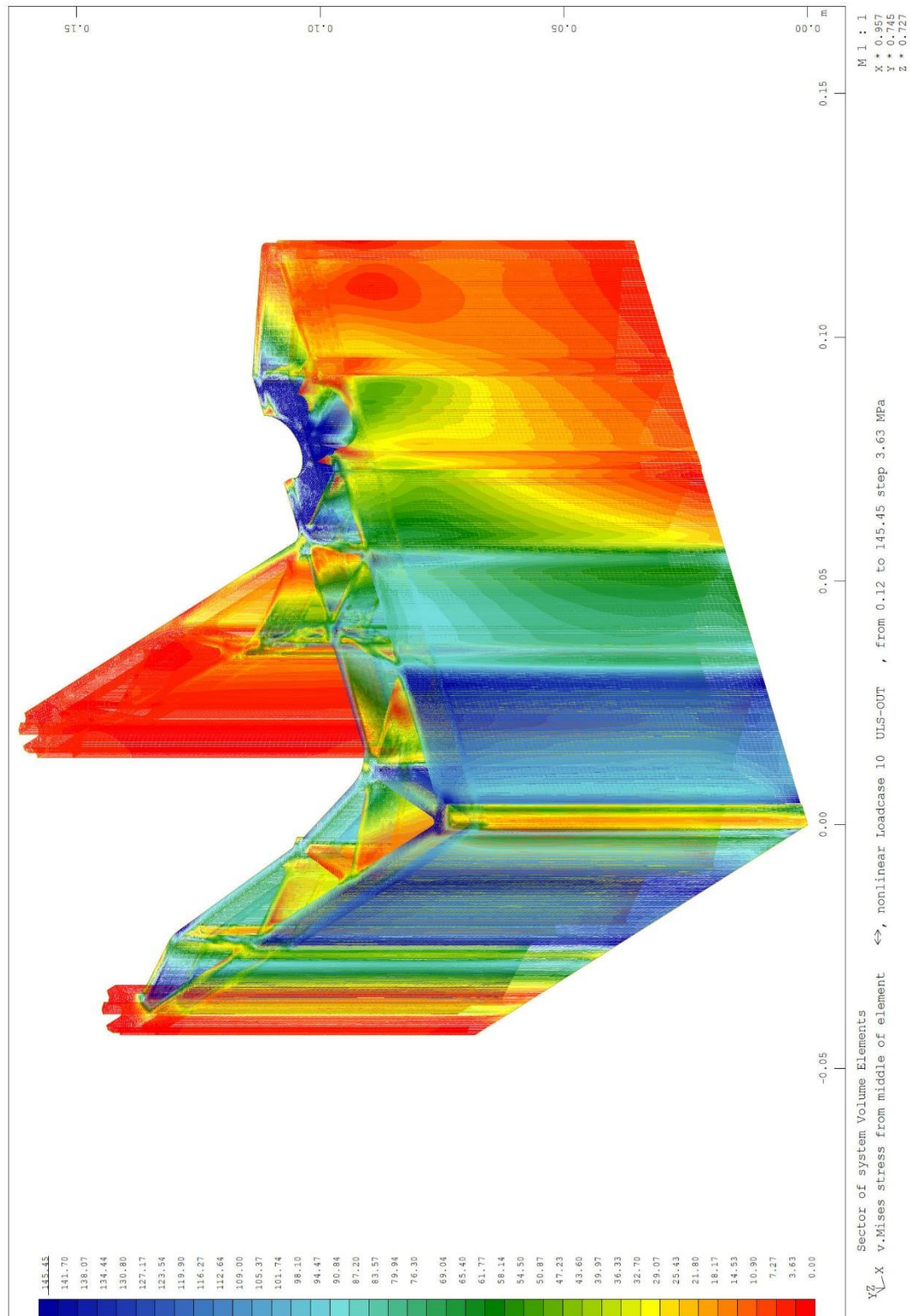


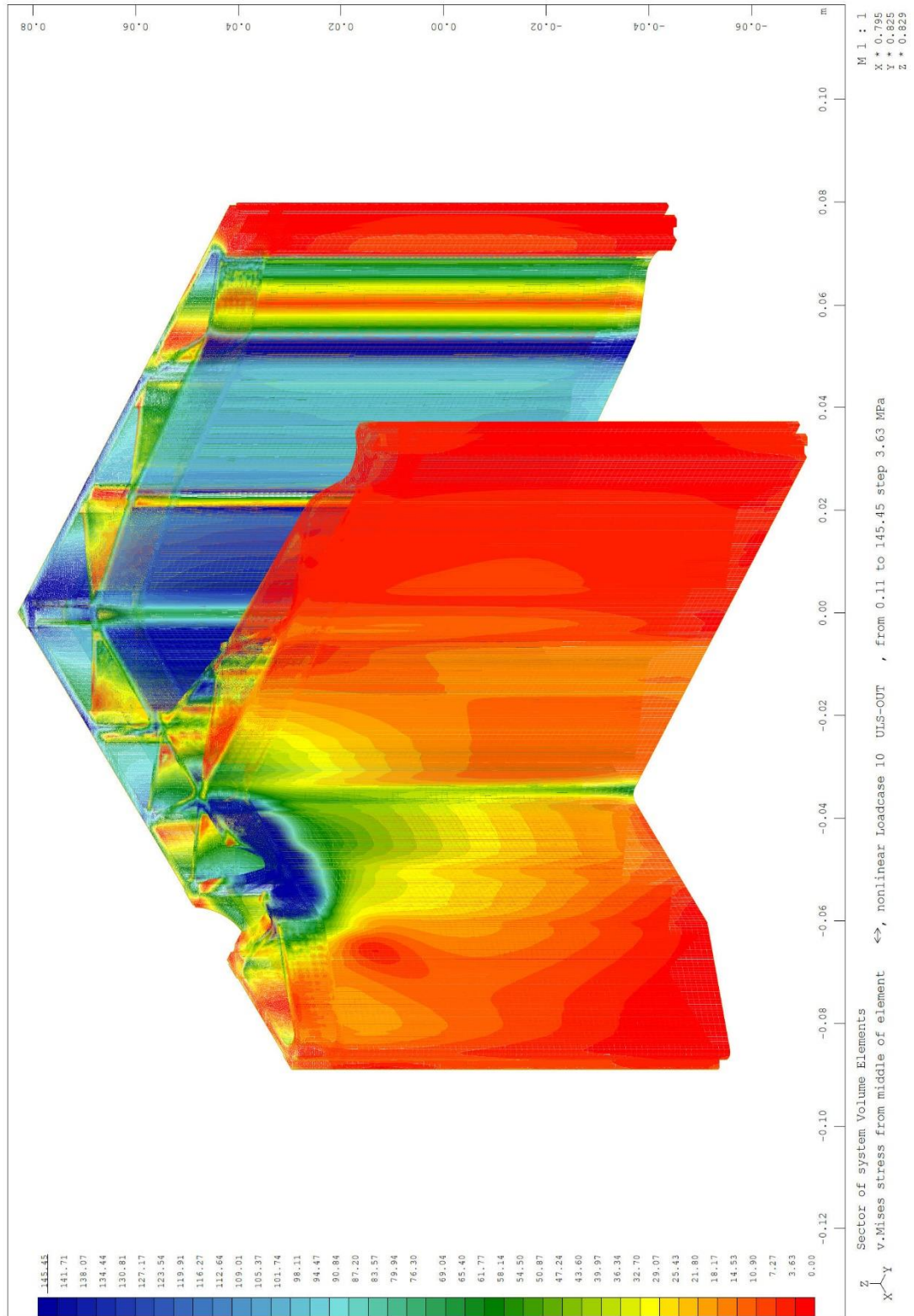


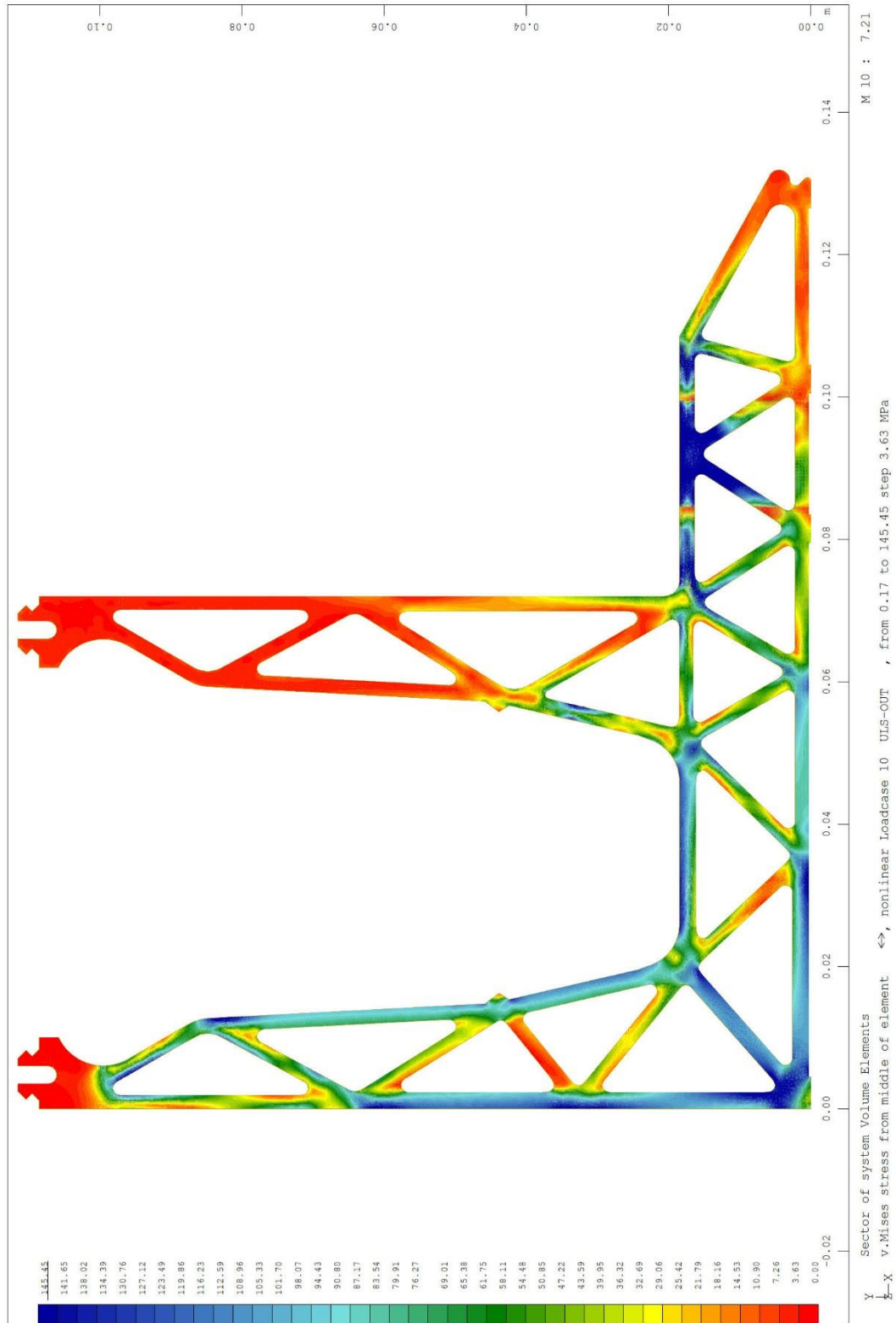


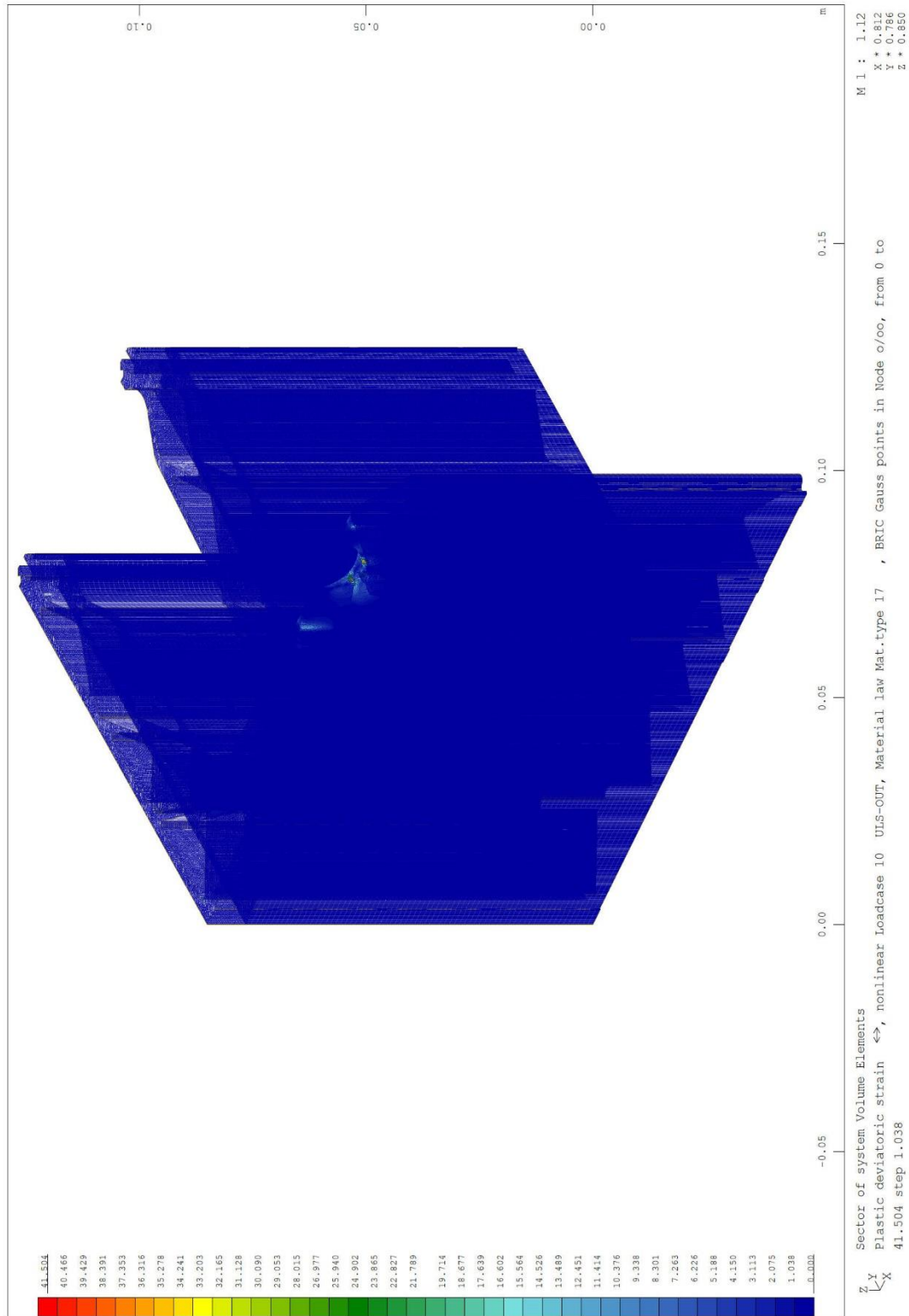


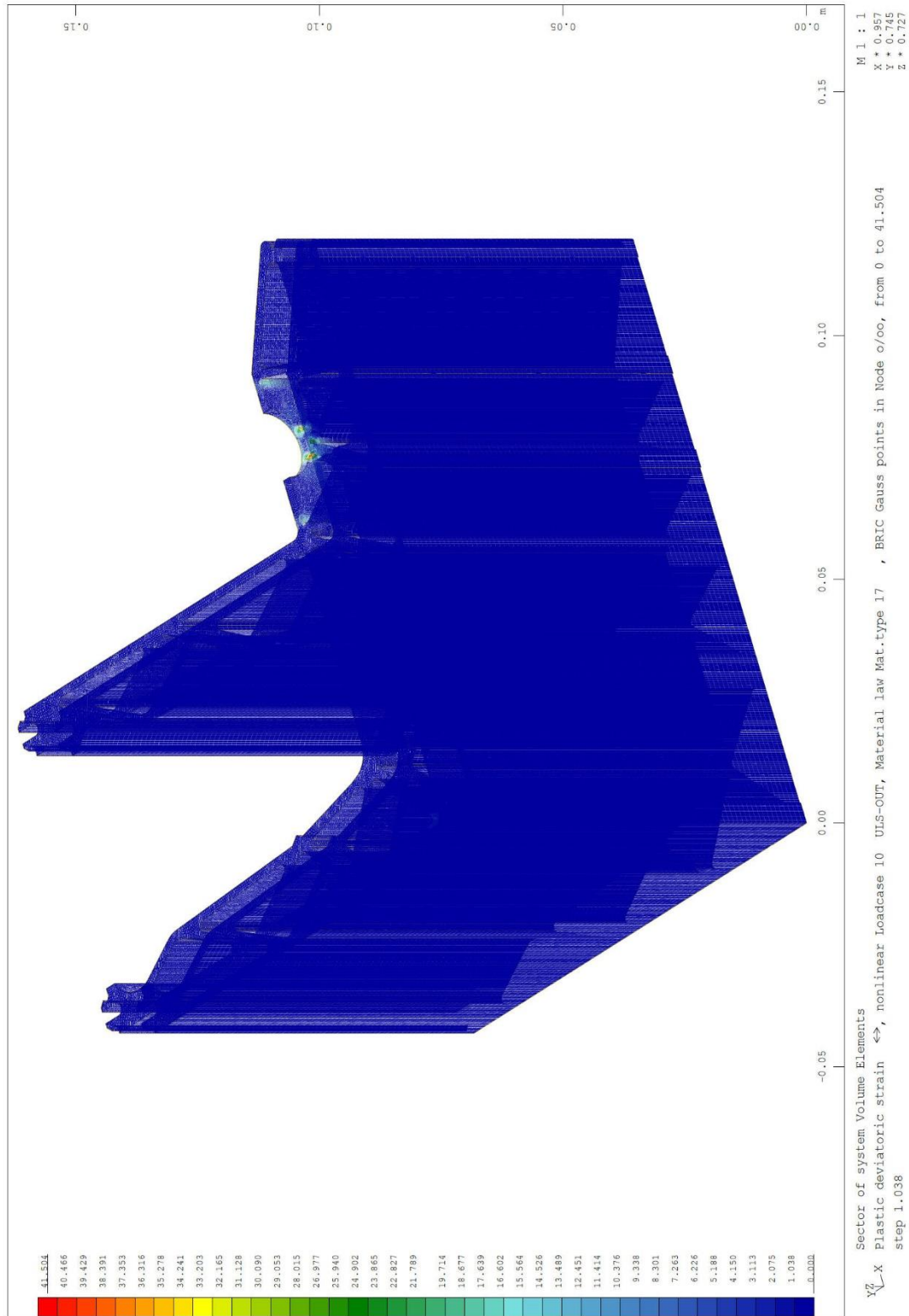


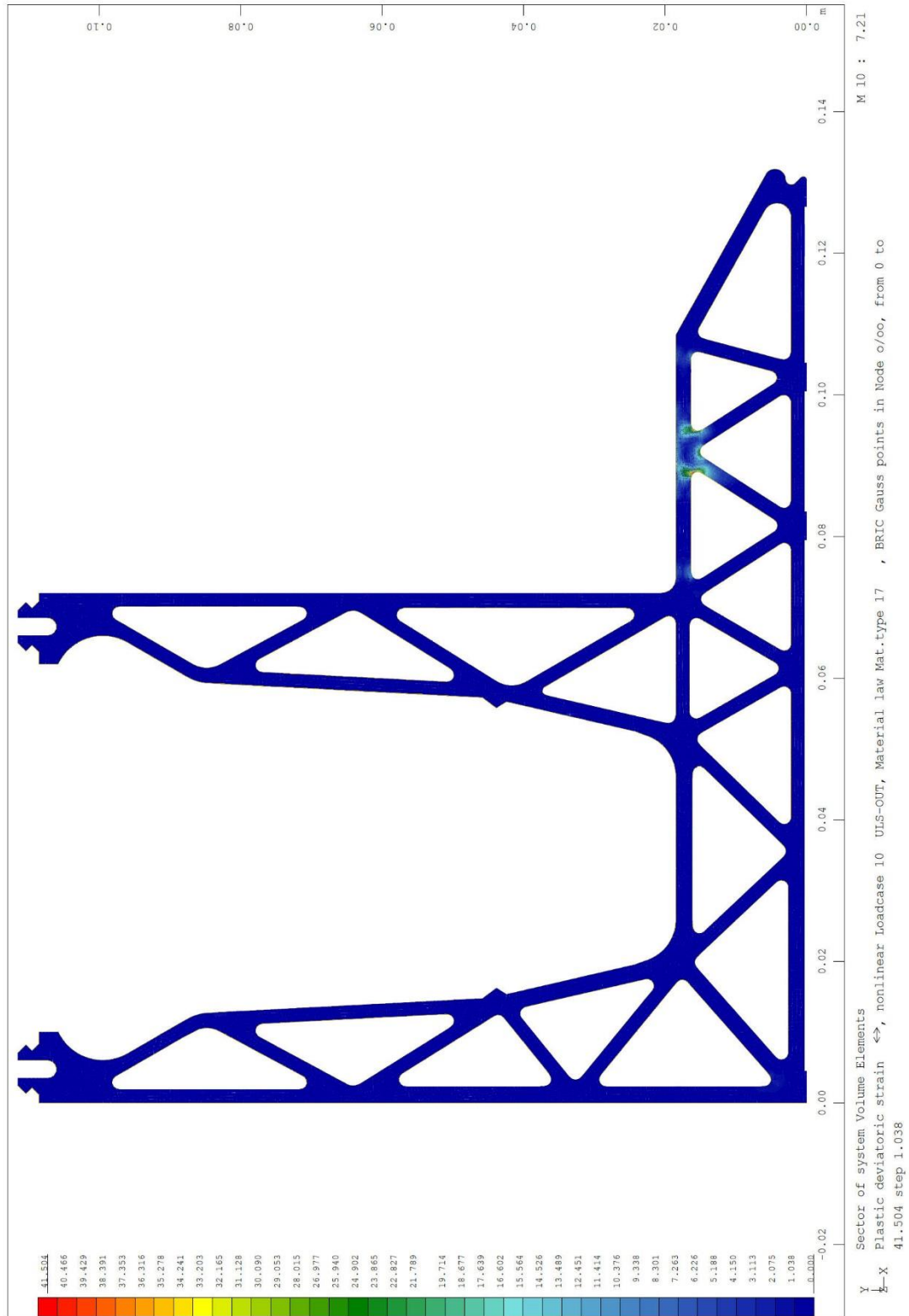


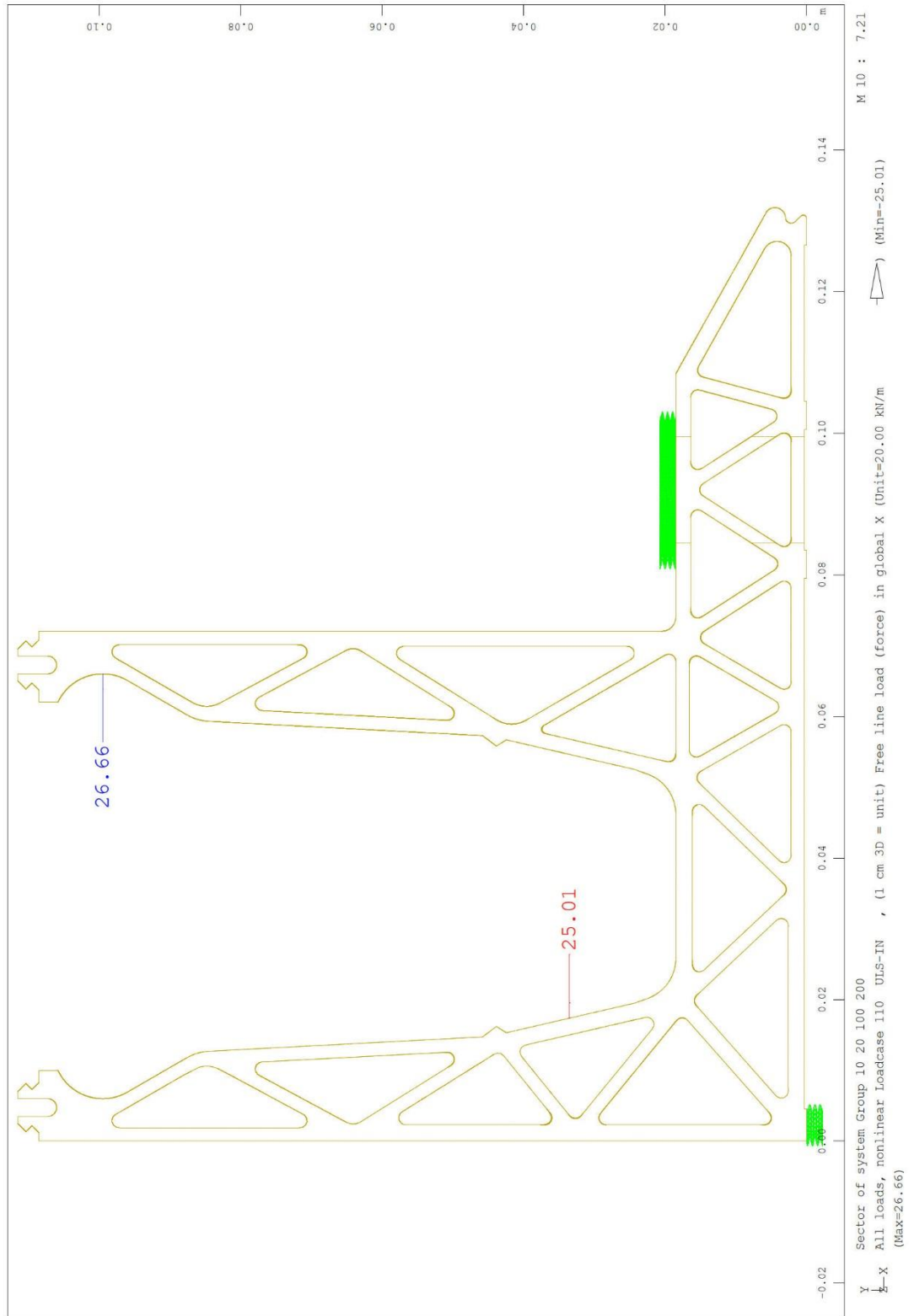


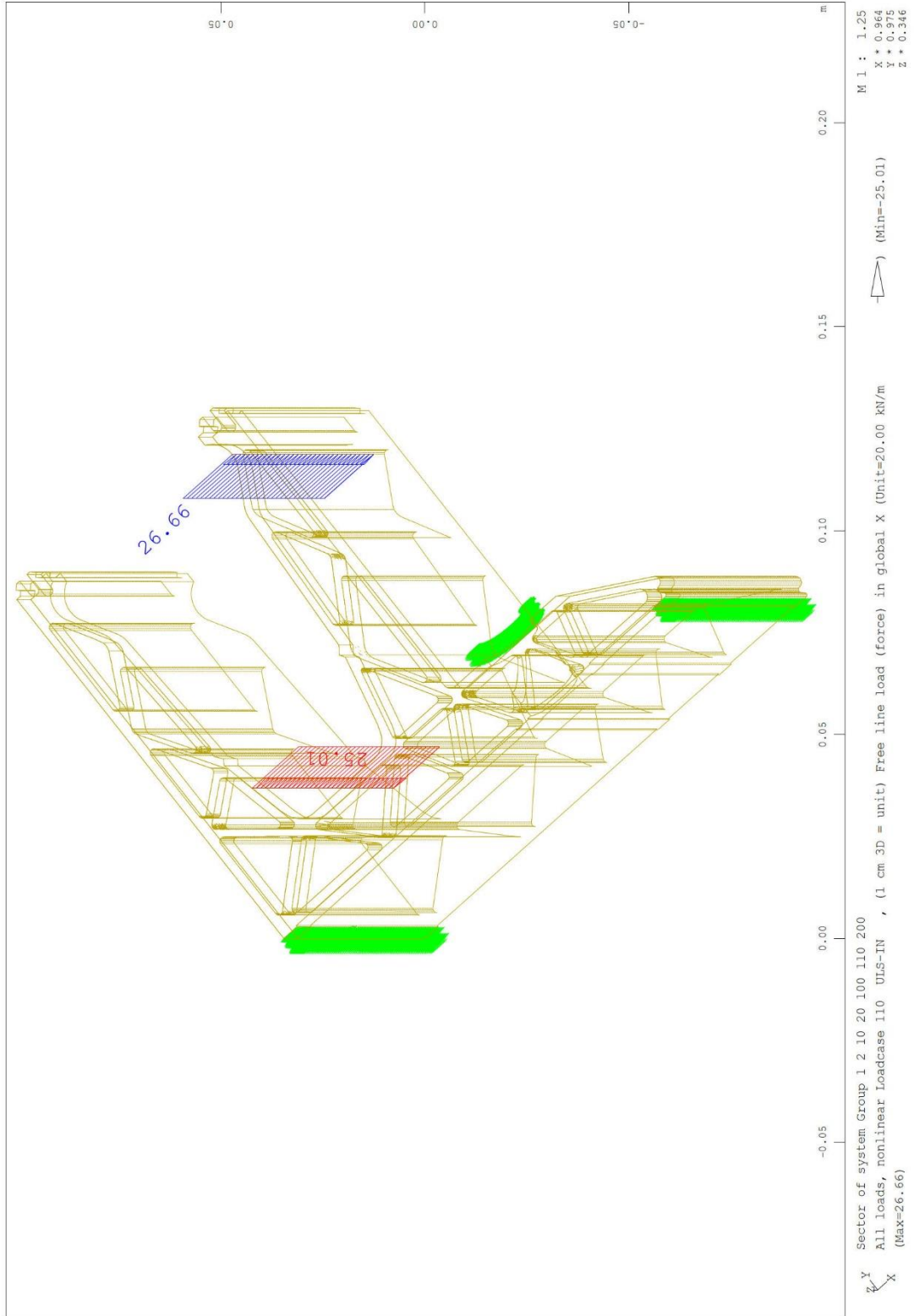




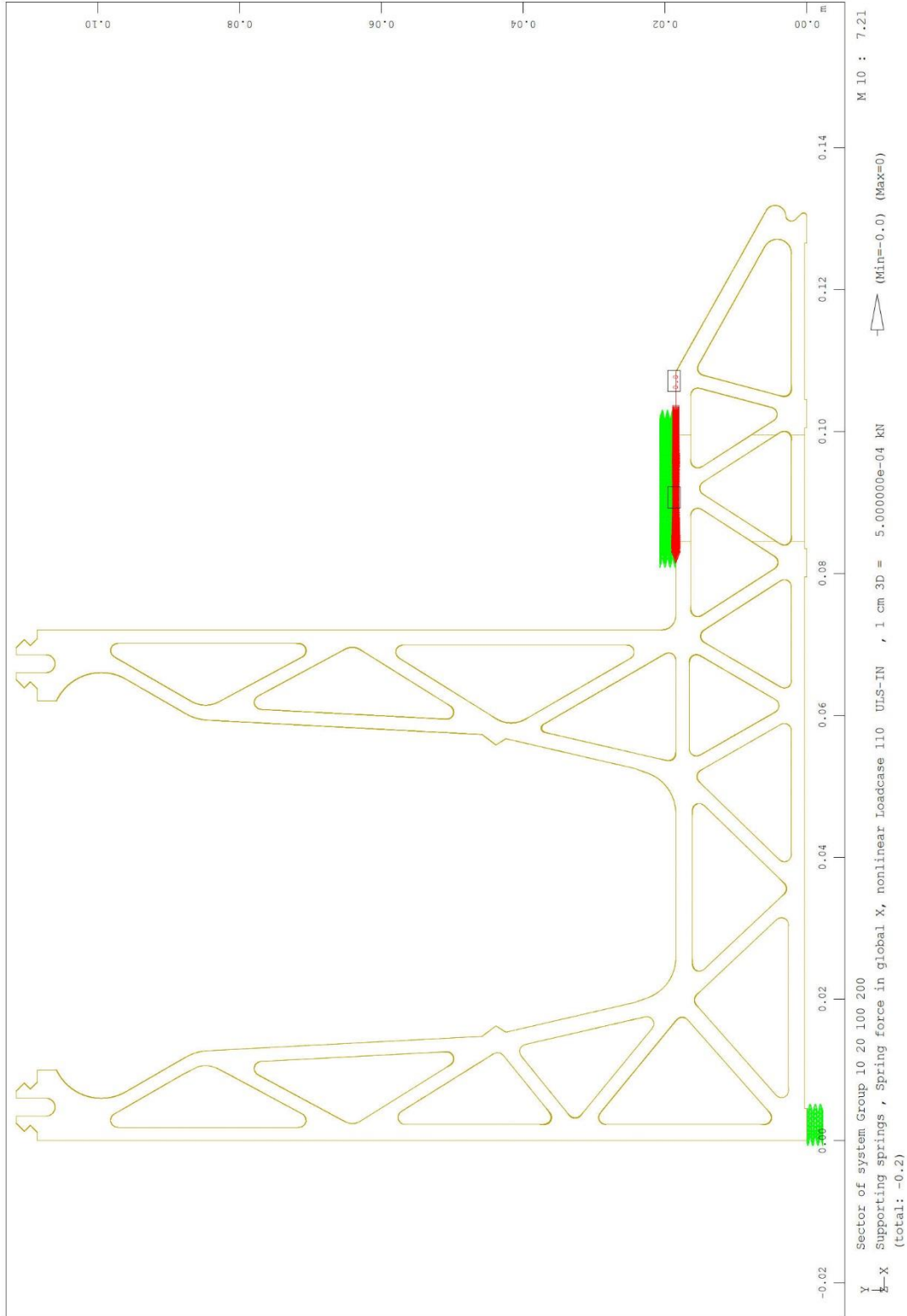


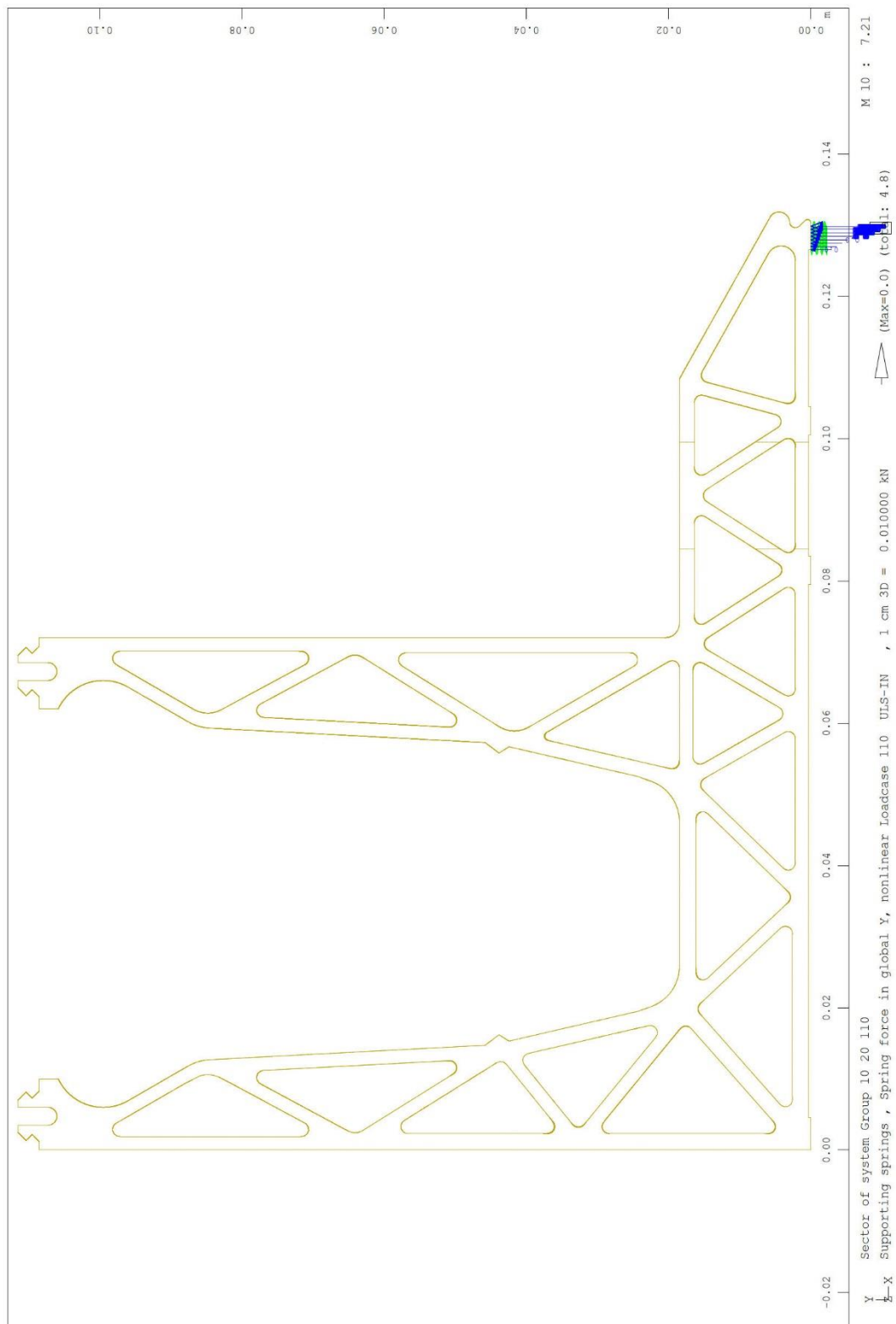


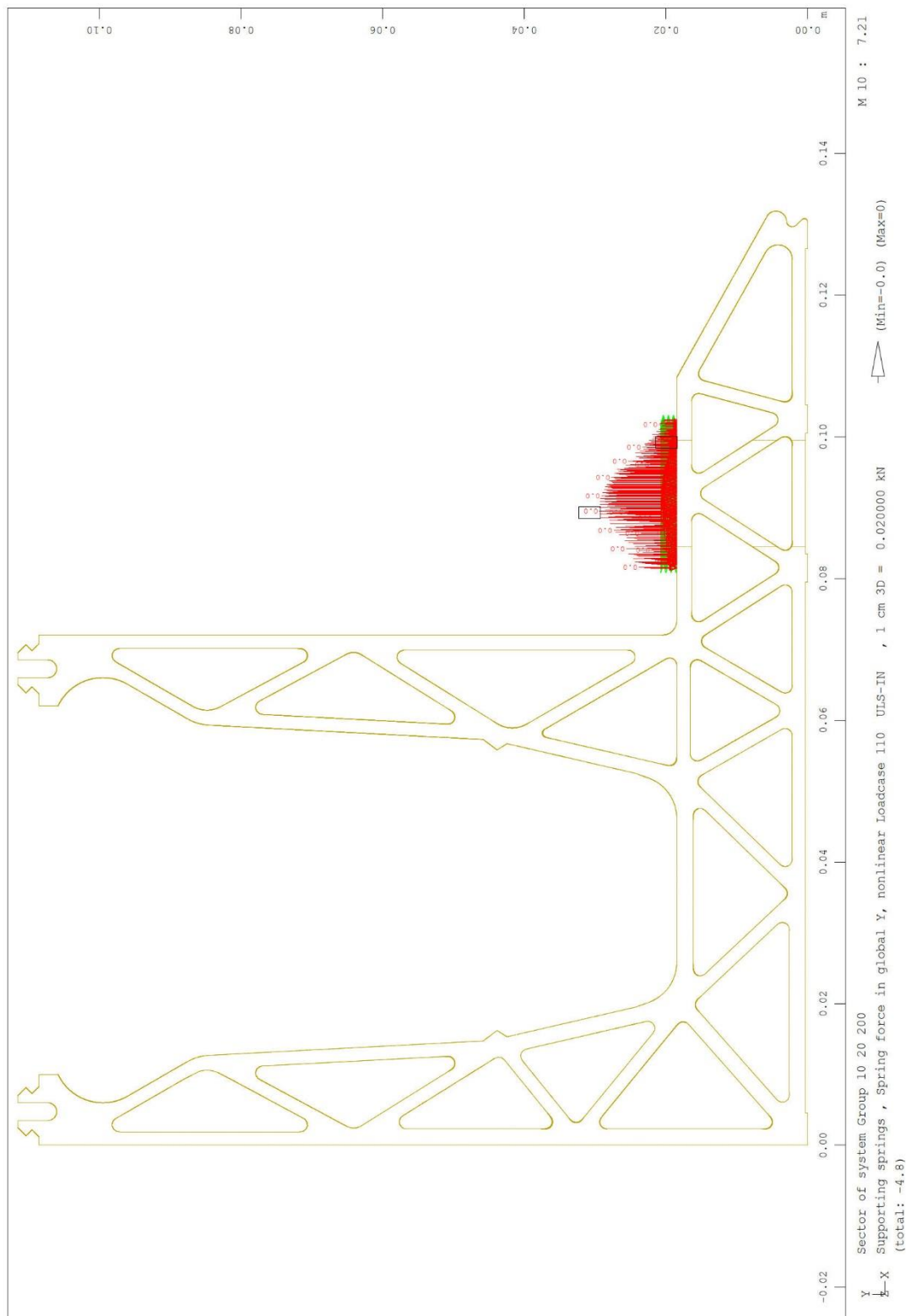


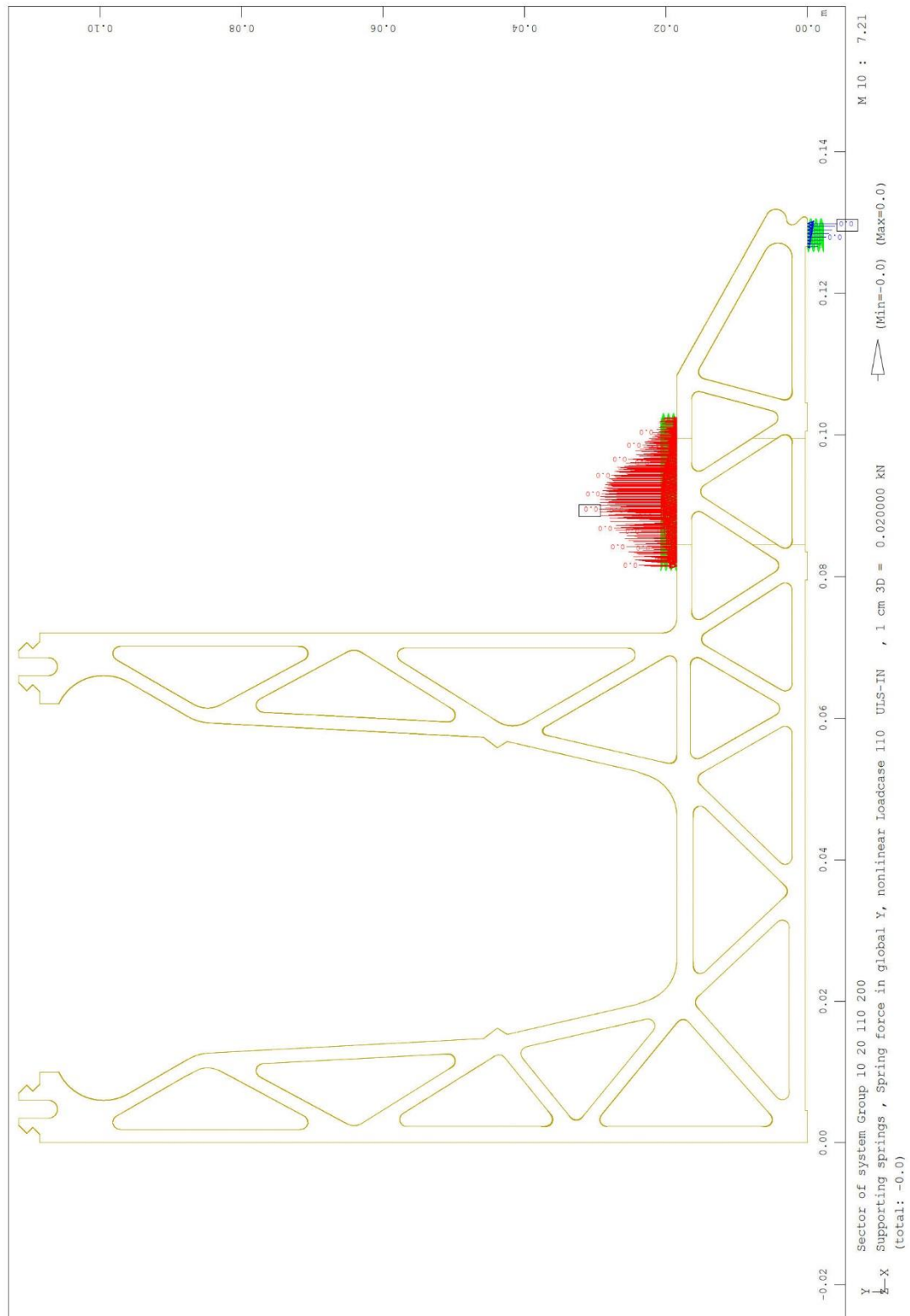


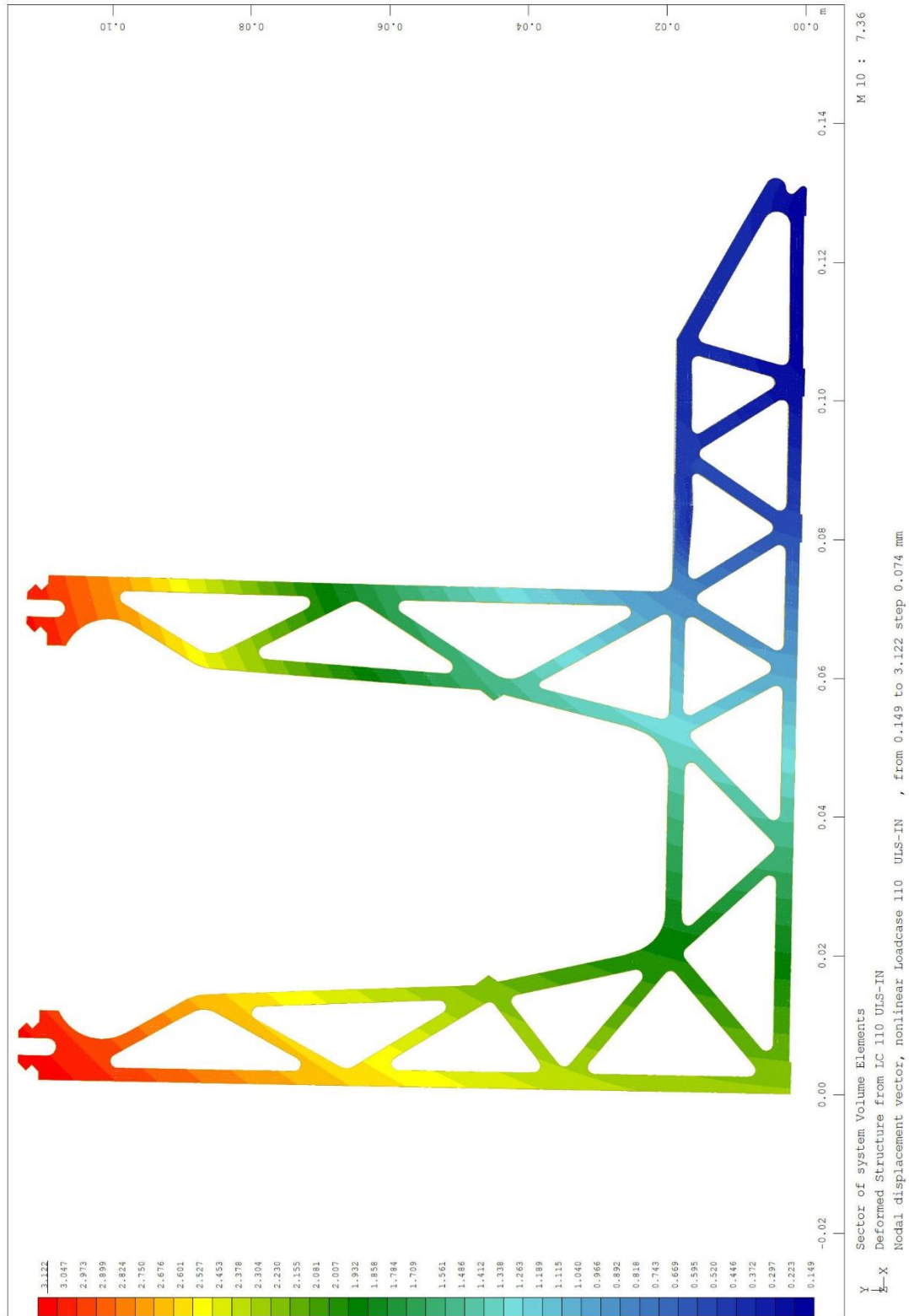


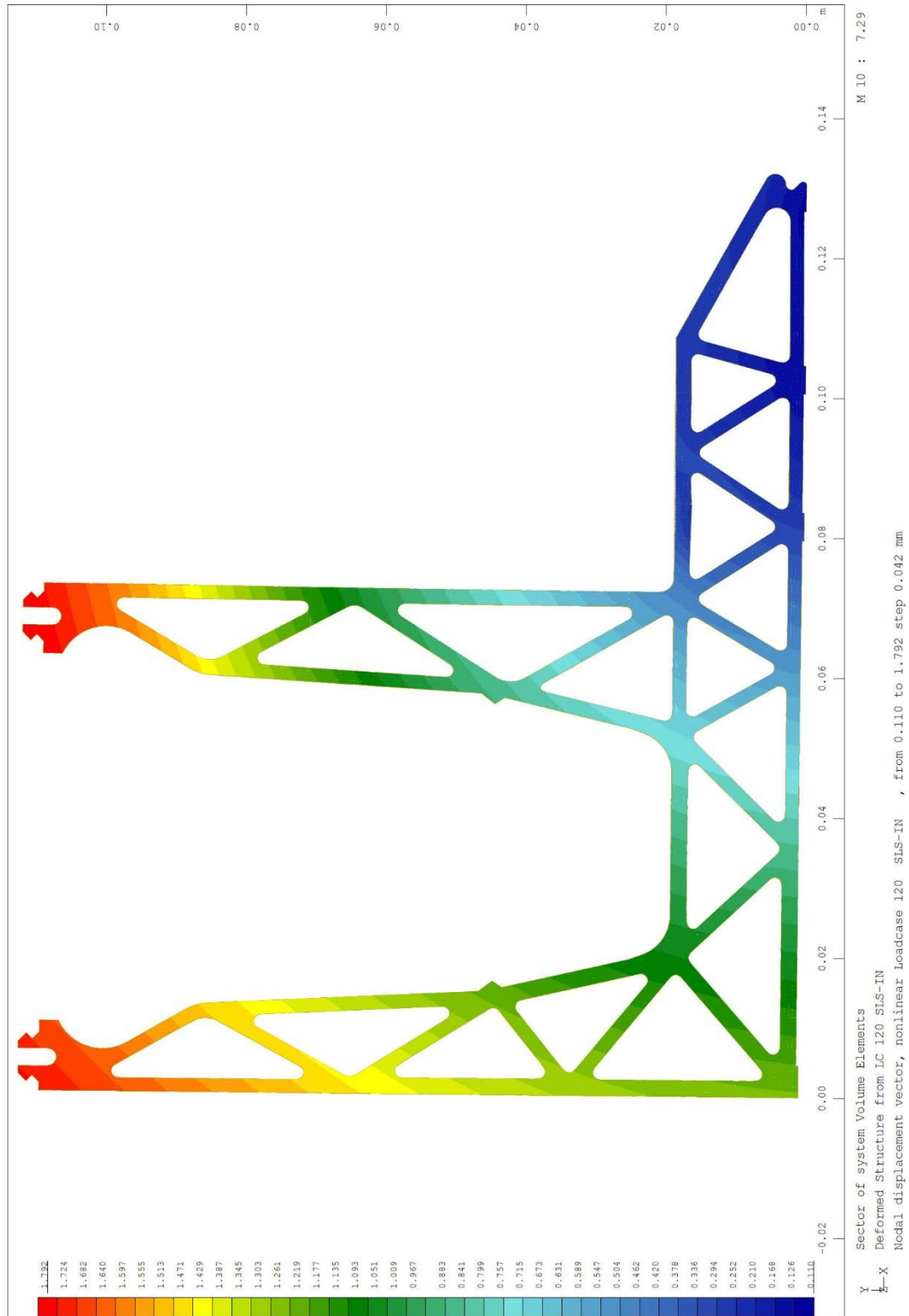


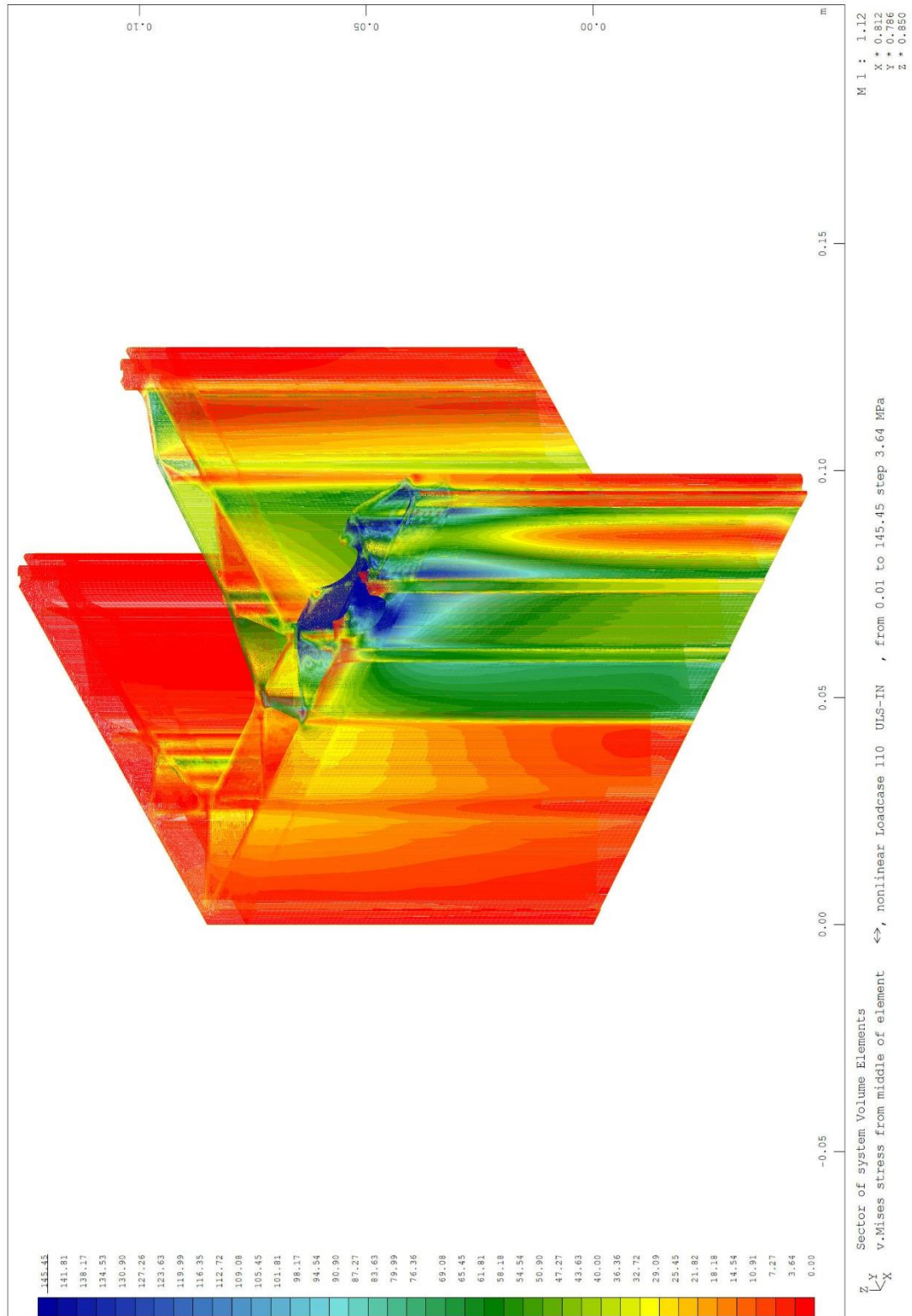


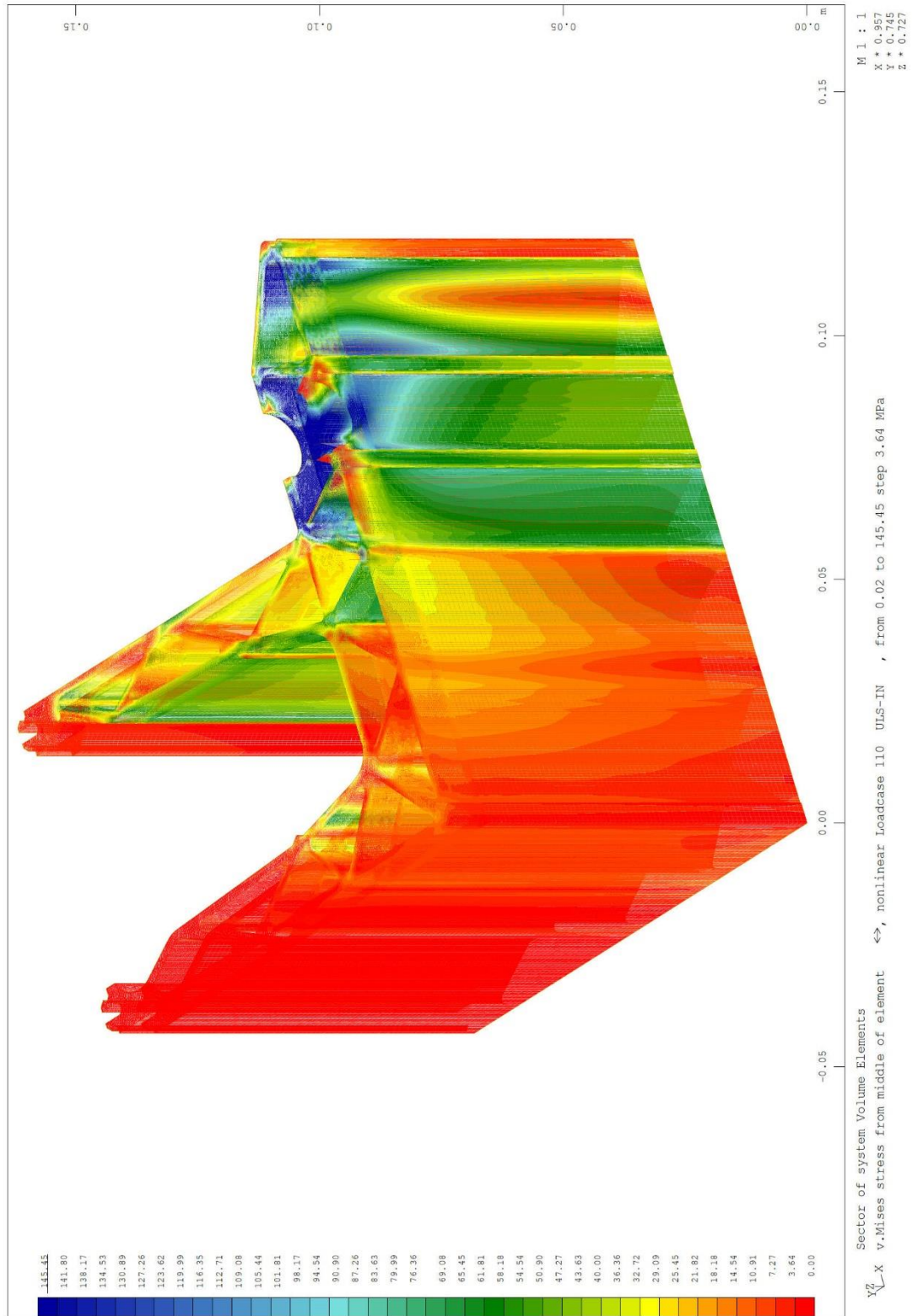




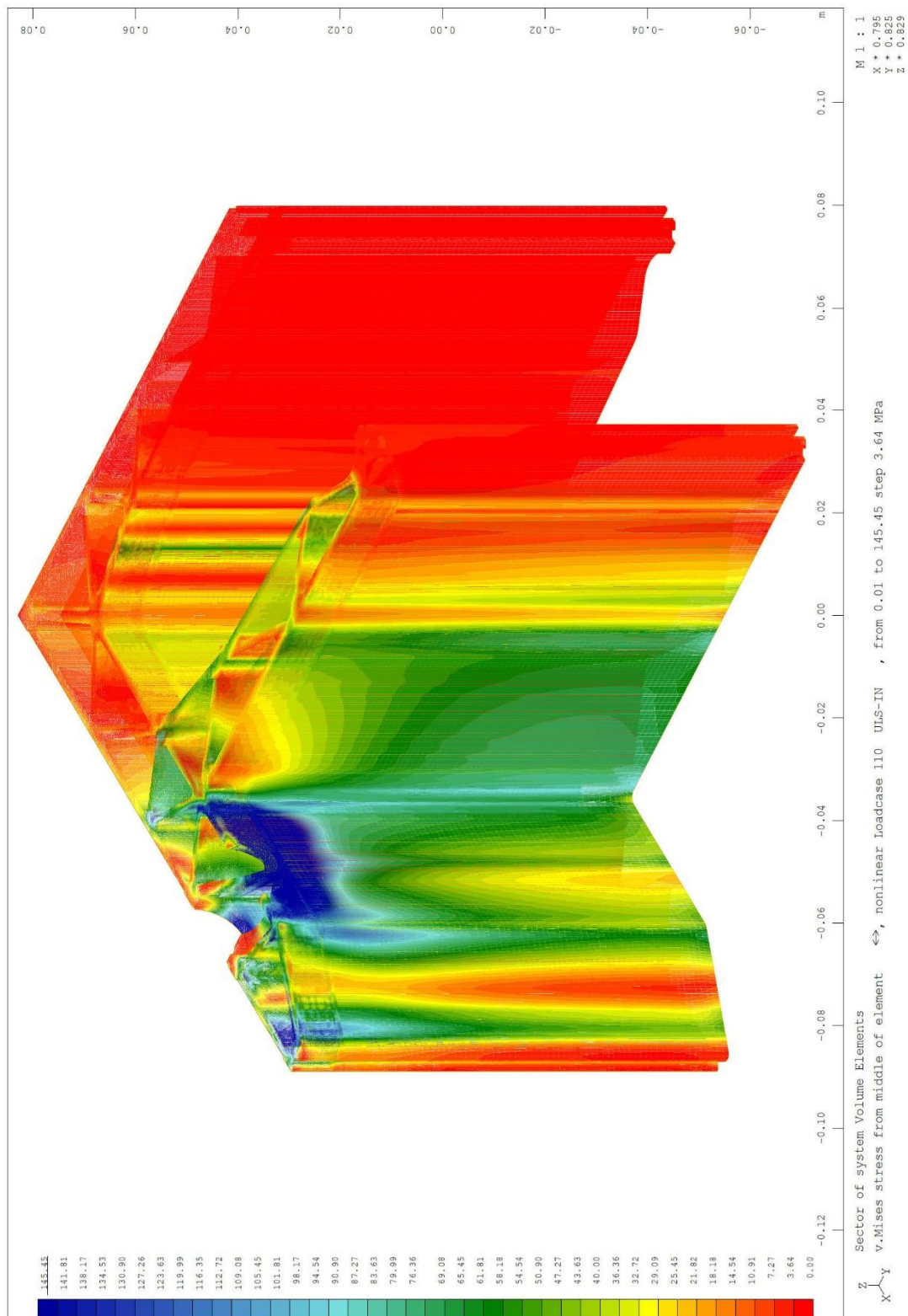


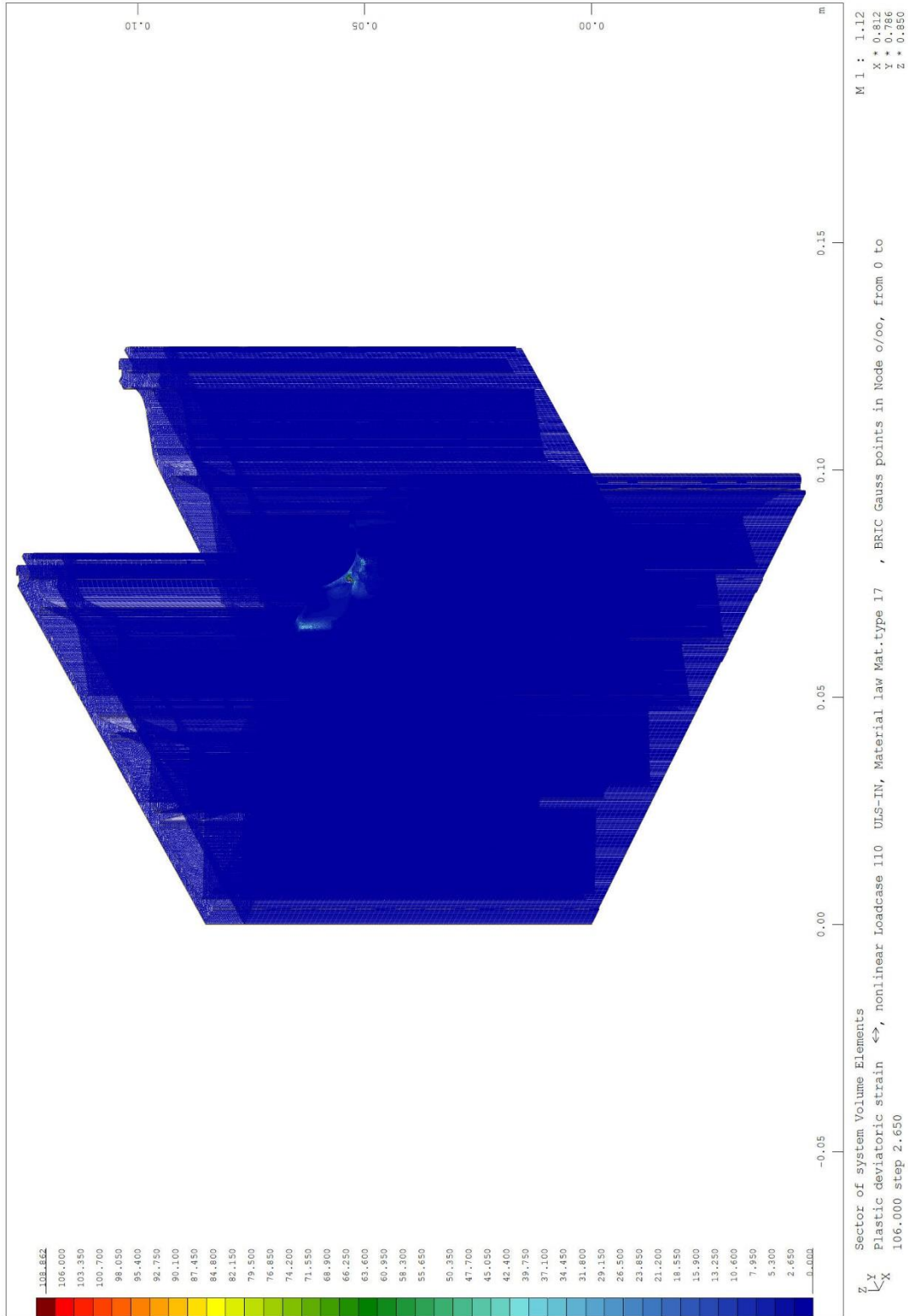


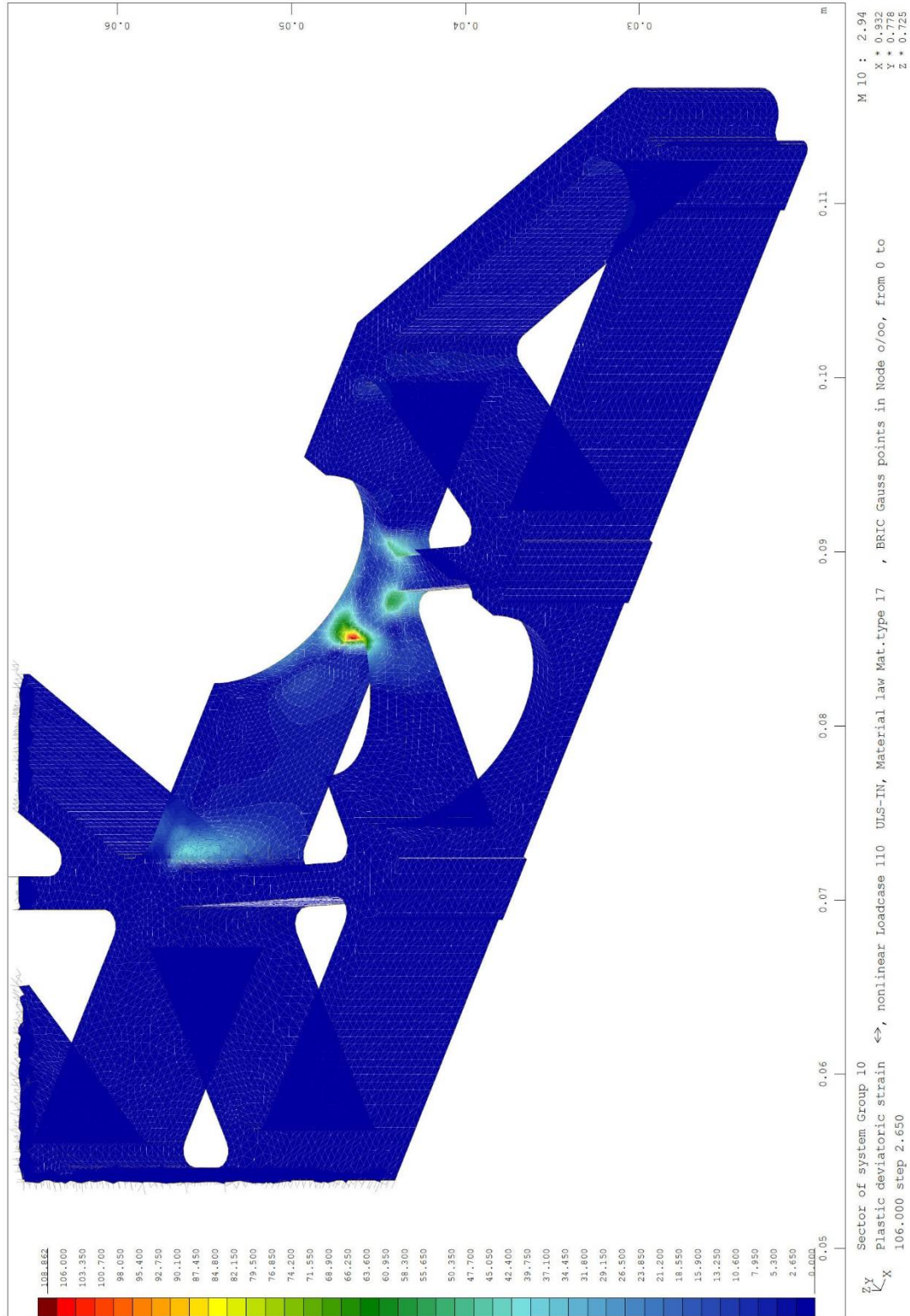












Die maximal zulässige plastische Dehnung ist nur sehr lokal im spitzen Anschnittbereich am Loch knapp überschritten. Dies kommt zum einen aus der lokalen Lasteinleitung dort an der Spitze bzw. auch numerisch aus der geringeren Elementqualität dort aufgrund verzerter Elementgeometrie.

Die Lastverformungskurve (siehe Kapitel 4.2.2) zeigt, dass am Auswertzeitpunkt von ULS am Gesamtsystem noch einige Reserven vorhanden sind und dass global gesehen die maximale Tragfähigkeit des Profils gar noch nicht erreicht ist. Das Profil ist daher für die gewählte maximale aufnehmbare Last im ULS statisch nachgewiesen.