

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlage der Ausarbeitung	2
2. Normen	2
3. Gegenstand und Umfang der Ausarbeitung	2
4. Annahmen für die Planung	2
4.1. Belastungen	2
4.2 Konstruktionsmaterialien	3
4.3 Klassifizierung der Umweltangriffssicherheit	3
4.4 Klassifizierung der Konstruktion und des Ausführenden	3
4.5 Feuerwiderstandsklasse der Konstruktion	3
5. Allgemeines Konzept der Objektkonstruktion	4
6. Geotechnische Bedingungen der Unterlage des Objekts	4
6.1. Beschreibung der angenommenen Annahmen	4
6.5 Geotechnische Kategorie	4
7. Fundamentierung	4
8. Beschreibung der Stahlkonstruktion.....	5
8.1 Statikschemata der Konstruktionsbauteile	5
8.2 Hauptraumen (Stahl S355JR)	5
8.3 Giebelpfosten (Stahl S355JR)	6
8.4 Dachbalken (Stahl S350GD)	6
8.5 Dachstreben (Stahl S355JR)	6
8.6 Wandstreben (Stahl S355JR)	6
8.7 Richtlinien zum Korrosionsschutz der Stahlkonstruktionselemente	6
8.8 Ausführungs- und Abnahmebedingungen der Stahlkonstruktion	6
9. Abnahme der Konstruktion.....	8
10. Abschlussbemerkungen	8
11. Statik- und Festigkeitsberechnungen	8
11.1 Statisches Modell	9
11.2 Ergebnisse – Globalmodell	11
11.3 Analyse des direkten Fundaments	16

1. Grundlage der Ausarbeitung

- Beauftragter Auftraggeber – EcoENERGY Artur Grzelak
- Vereinbarungen mit dem Auftraggeber
- Gültige technische Bauregeln und polnische Normen (PN-EN)

2. Normen

[1] PN-EN 1990:2004 Eurokod 0:

Grundlagen der Tragwerksplanung

[2] PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Einwirkungen auf Bauwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Volumengewicht, Eigengewicht, Nutzlasten in Gebäuden

Eigengewicht, Nutzlasten in Gebäuden

[3] PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Einwirkungen auf Bauwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten

[4] PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Einwirkungen auf Bauwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten

[5] PN-EN 1992-1-2:2008 Eurokod 2: Tragwerksplanung aus Beton - Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für Gebäude

[6] PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Stahlbau - Allgemeine Regeln und Regeln für Gebäude

[7] PN-EN 1993-1-3:2008 Eurokod 3: Stahlbau - Teil 1-3: Allgemeine Regeln
Ergänzende Regeln für Konstruktionen aus Hohlprofilen und kaltprofilierten Blechen

[8] PN-EN 1993-1-8:2006 Eurokod 3: Stahlbauteile - Knotenverbindungen

3. Gegenstand und Umfang der Ausarbeitung

Der Gegenstand der Ausarbeitung ist ein Standardentwurf einer Stahlhallenkonstruktion vorgesehen für ein Produktions- oder Lagergebäude. Die Ausarbeitung umfasst den technischen Entwurf der Gebäudekonstruktion – Stahlkonstruktion und Stahlbetfundamente.

Der Standardentwurf erfordert eine Anpassung an lokale Bedingungen im Hinblick auf die Einhaltung der angenommenen Klimabedingungen und der angenommenen Fundamentierungsbedingungen. Die Anpassung sollte von einem befugten Planer der Fachrichtung Bauwesen durchgeführt werden.

4. Annahmen für die Planungserstellung

4.1. Belastungen

- Last/Einwirkung von Dachabdeckung Platten mit PUR- oder PIR-Kern - 0,20 kN/m²

- Klimatische Belastungen □ [Schnee gemäß [3]

Es wurde die II-Snowbelastungszone angenommen ($s_k=0,9\text{kN/m}^2$, $\mu_1=0,8$)

- Klimatische Belastungen □ Wind gemäß [4]

Es wurde die I-Windbelastungszone angenommen ($v_b=22\text{m/s}$, Gebietsklasse II)

Der Tragwerksplaner der Anpassung dieses Projekts an die lokalen Gegebenheiten bewertet die Übereinstimmung der angenommenen Annahmen im Bereich der Belastungen mit dem tatsächlichen Zustand für den jeweiligen Standort des Objekts.

4.2 Baustoffe

- Beton:

Konstruktionsbeton der Fundamente	C25/30 W-8
-----------------------------------	------------

- Stahl:

Bewehrungsstahl in	B500SP
Stahlbetonstrukturen, Tragstahlrahmen,	S355JR
kaltverformte Bauteile, Schraubklassen	S350GD 8.8
	(8)

4.3 Umweltangriffs-/Lagerklassifikation

- Expositionsklasse von Betonbauwerken:

XC2 – für Untertagebauteile

- Korrosionskategorie für Stahlsbauwerke nach PN-EN ISO 12944-2:

C2 – für Innenbauteile

Der Tragwerksplaner der Anpassung dieses Projekts an die lokalen Gegebenheiten bewertet die Übereinstimmung der Annahmen zur Umweltklassifikation mit dem tatsächlichen Zustand für den jeweiligen Standort und die Bestimmung des Objekts.

4.4 Klassifikation der Konstruktion und des Ausführenden

Klasse der Tragweite der Stahldonstruktion: CC2 nach PN-EN 1990 [1] Klasse der Ausführung der Stahldonstruktion: EXC2 nach PN-EN 1090-2 Klasse der Toleranz der Stahldonstruktion: 2 nach PN-EN 1090-1+A1:2012 Klasse der Ausführung der Stahlbetonkonstruktion: 3 nach PN-EN 13670: 2011 Klasse der Toleranz der Stahlbetonkonstruktion: 1 nach PN-EN 13670: 2011

4.5 Feuerwiderstandsklasse der Konstruktion

Für die geplante Konstruktion werden keine Anforderungen an den Feuerwiderstand gestellt.

5. Allgemeines Konzept der Objektkonstruktion

Es wurde eine einräumige Hallenkonstruktion aus Stahlrahmen entworfen. Die Rahmen mit einer Querweite von 10,00 m sind in 7 Achsen im Abstand von 5,0 m angeordnet. Die Halle besteht insgesamt aus 6 Feldern, was eine Gesamtlänge des Gebäudes von 30,0 m ergibt. Die Hallenhöhe beträgt ca. 5,0 m (am Dachrand), ca. 6,0 m (am First). Die Dachneigung beträgt 12°.

Die Haupt- und Giebelrahmen sind aus parallelen IPE-Trägern ausgeführt. In den Rahmenecken sind Blechschrägen zur Erhöhung der Knotensteifigkeit vorgesehen. Die Elemente der zweiten Ordnung (Dachpfetten) bestehen aus kaltgeformten Z-Profilen in durchgehender Anordnung. Die Stützen der Haupt- und Giebelrahmen werden auf Stahlbetonfundamenten gelagert.

Die Hallenkonstruktion wird in zwei Randfeldern mit Zugbandaussteifungen in Kreuzform, zweiteilig aus Rundstäben, ausgesteift.

6. Geotechnische Gründungsbedingungen des Objekts

6.1. Beschreibung der angenommenen Annahmen

Das Projekt sieht die Gründung der Halle auf Flachfundamenten – Stahlbetonfundamenten – vor. Es wird angenommen, dass die Gründung auf tragfähigem, mineralischem, gewachsenem Boden erfolgt – für die Berechnungen wurden die Bodenparameter wie für mitteldichten Sand angenommen:

Nr	Bezeichnung	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Mitteldichter Sand	33,50	0,00	18,50	8,50	

Die Bewertung der Bodenverhältnisse sowie die endgültige Entscheidung über die Gründungsart des Objekts trifft der Anpassungsplaner dieses Projekts an die örtlichen Gegebenheiten.

Bei der Ausführung der Fundamentarbeiten ist darauf zu achten, dass die Fundamente auf gewachsenem Boden mit ungestörter Struktur gegründet werden. Zu diesem Zweck ist die letzte Bodenschicht von 30 cm Dicke von Hand zu entfernen und unmittelbar danach eine Ausgleichsschicht aus Beton C8/10 herzustellen. Eventuelle Bodenverluste sind mit Beton C8/10 aufzufüllen. Die Fundamentgräben sind gegen Grund- und Regenwasser zu schützen.

Es wurde die Frostzone II mit $H_z=1,00$ m angenommen.

6.5. Geotechnische Kategorie

Die geotechnische Kategorie wird vom Anpassungsplaner je nach dem Grad der Komplexität des geologischen Untergrunds gemäß der Verordnung des Ministers für Verkehr, Bauwesen und Seewirtschaft vom 25. April 2012 über die Festlegung der geotechnischen Bedingungen für die Gründung von Bauwerken festgelegt.

7. Gründung

Unter den Stützen der Stahlrahmen sind monolithische, rechteckige Fundamente vorgesehen, einläufig aus Beton C25/30, bewehrt mit Stahl der Klasse B500SP. Die Fundamente werden auf -1,00 m unter Geländeoberkante gegründet. Im Bereich Fundament-Boden ist eine Ausgleichsschicht aus Beton C8/10, 10 cm dick, vorgesehen. In den Fundamenten werden Ankerstäbe mit chemischen Ankern, z.B. FISCHER, eingebaut.

Unter der leichten Umhausung der äußeren Hallenwände wurden Fundamentbalken aus Stahlbeton entworfen vorkonfektionierte Betonbalken C25/30, mit Bewehrung der Klasse B500SP. Querschnittsmaße der Balken betragen 15x60 cm. Die Fundamentierung der Balken in der Ebene -0,60 m unter der Nulllinie auf zuvor hergestellten Fundamentfundstücken. Die Fundamentbalken müssen monolithisch mit den Fundamentständern verbunden werden, da sie ein wesentliches Stützelement der Hauptkonstruktion darstellen!

Reaktionen von den Hauptsäulen auf die Fundamente (Achsen A, C) (zur Überprüfung des Fundamentsprojekts)

Wartungsnummer des Knotens:	Rx:	Ry:	Rz:	Mx:	My:	Mz:	Belastungen:
10	-1,81	0,05	8,80	0,00	0,00	0,00	CW+St
	-9,10	0,28 37,98		0,02	0,00	0,01 1,35·(CW+St)+1,5·Sn	
	-16,16	-0,01	11,04	0,05	0,00	0,00	CW+St+1,5·W
	-16,36	0,00	12,42	0,05	0,00	0,00	1,35·CW+St+1,5·W
	-22,76	0,23	36,93	0,05	0,00	0,00	CW+St+1,5·(Sn+W)
	-2,01	0,05	10,19	0,01	0,00	0,00	1,35·CW+St
	-23,40	0,26	39,99	0,05	0,00	0,00 1,35·(CW+St)+1,5·(Sn+W)	[Bx=1,5 By=1,2 Hz=1 Ex=0 Ey=0]
	-23,19	0,25	38,61	0,05	0,00	0,00 CW+1,35·St+1,5·(Sn+W)	[Bx=1,5 By=1,2 Hz=1 Ex=0 Ey=0]

Reaktionen von den Endstützen auf die Fundamente (Achse B) (zur Überprüfung des Gründungsprojekts)

Knotennummer:	Rx:	Ry:	Rz:	Mx:	My:	Mz:	Belastungen:
38	0,00	0,00	24,05	0,00	0,00	0,00	1,35·(CW+St)+1,5·Sn
	-1,65	10,22 6,78		0,00	-4,73	0,00 1,35·(CW+St)+1,5·W	
	0,00	0,00	5,91	0,00	0,00	0,00	CW+St
	-1,65	10,22	5,75	0,00	-4,73	0,00	CW+1,35·St+1,5·W
	0,00	0,00	23,03	0,00	0,00	0,00	CW+1,35·St+1,5·Sn
	-1,66	10,22	22,98	0,00	-4,77	0,00 1,35·(CW+St)+1,5·(Sn+W)	[Bx=1,2 By=1,5 Hz=1 Ex=0 Ey=0]
	-1,64	10,22	4,68	0,00	-4,72	0,00 CW+St+1,5·W	[Bx=1,2 By=1,5 Hz=1 Ex=0 Ey=0]

8. Beschreibung der Stahlkonstruktion

8.1 Statische Schemata der Konstruktionselemente

Für die Berechnungen wurden folgende Konstruktionsschemata angenommen:

- Hauptrahmen: eingeschossige Einfeldrahmen mit starren Knoten, gelenkig auf Fundamentfüßen gelagert,
- Dachpfetten: durchgehende Träger, vierfeldrig
- Zwischenstützen der Giebelwände: frei gelagerter Träger mit zusätzlicher Druckkraft.

8.2 Hauptrahmen (Stahl S355JR)

Die Hauptrahmen der Halle wurden aus warmgewalzten I-Trägern entworfen – parallelwandige IPE 200 (Riegel) und IPE220 (Stützen). Die Profile der Riegel in den Eckknotenbereichen wurden durch das Anschweißen von Blechen zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Steifigkeit der Knoten verstärkt. Alle starren Verbindungen wurden als nicht vorgespannten Stirnplattenverschraubungen der Kategorie D mit einer Vordrehung bis zu 5% der Tragfähigkeit unter Verwendung von M16-Schrauben der Klasse 8.8 (8) ausgeführt. Die Stabilität des Systems in Querrichtung wird durch die Rahmenkonstruktion mit starren Eckknoten gewährleistet. In Längsrichtung wird die Stabilität durch Querverband der Dachfläche (zwischen den Riegeln der Rahmen) und vertikale Wandverbände (zwischen den Stützen) sichergestellt.

8.3 Säulen des Dachrandträgers (Stahl S355JR)

Dachrandträger-Säulen sind aus warmgewalzten Profilen IPE180 konstruiert. Verbindungen von Säulen mit Schlitz (IPE140) gelenklose Schraubenverbindungen der Kategorie D, vorlockernd bis 5 % der Tragfähigkeit vorgespannt unter Verwendung von M16-Schrauben der Klasse 8.8 (8).

8.4 Dachdecken (Stahl S350GD)

Dachdecken wurden als verkettene, mehrfeldrige Balken mit gebogenen Flanschen von einer Höhe 180 mm und Wandstärke 2,5 mm. Die theoretische Spannweite der Dachdecksprengel beträgt 5,0 m, und die Querspannweiten liegen bei ca. 1,55 m. Die Zugstabilisierung der Deckenkonstruktion wird durch Nahtverbindungen in Stützbereiche von 100 cm Länge erreicht.

8.5 Dachversteifungen (Stahl S355JR)

Horizontale Dachsteife in X-Anordnung aus vorgelegten Rundstäben entworfen

vorlegefedert (bis zu 10 % der Tragfähigkeit) mit einem Durchmesser von 12 mm. Die Steife werden in den äußersten Feldern der Halle positioniert.

8.6 Wandversteifungen (Stahl S355JR)

Wandversteifungen zwischen Pfeilern, zwei Teile in X-Anordnung aus Rundstäben vorgezogen (bis zu 10 % der Tragfähigkeit) mit einem Durchmesser von 12 mm. Die Steife werden in den äußersten Feldern der Halle positioniert.

8.7 Richtlinien zum Korrosionsschutz von Stahlelementen der Konstruktion

Korrosionsklassenfestlegung für Stahlelemente – C2 gemäß T1. PN-EN-ISO 12944-2 Zustand der Oberflächenvorbereitung vor dem Streichen Sa 2½ gemäß PN-ISO 12944-4. Erwartete Lebensdauer: H-lang (über 15 Jahre) gemäß T.A.1 PN-EN-ISO 12944-5.

Farbgestaltung der Oberflächenhaut gemäß individuellen Vereinbarungen.

8.8 Bedingungen für Ausführung und Abnahme der Stahlkonstruktion

Stahlelemente sind in der Ausführungsklasse EXC2 herzustellen

(gemäß PN EN 1090-2 Tab. B.3)

Ausführungsklasse basierte auf folgenden Annahmen:

- - Zerstörungsklasse CC2
- Nutzungsstufe SC1
- Produktionskategorie PC2

Oberflächenvorbereitung der Stahlelemente – P2 gemäß Tabelle 22 PN EN 1090-2

Klasse der funktionalen Toleranzen 1 gemäß Anhang D PN EN 1090-2, Grundtoleranzen gemäß Anhang D PN EN 1090-2.

Kennzeichnung der Bauteile erforderlich.

Die Montage der Stahlkonstruktion erfolgt basierend auf dem Montageplan des montierenden Unternehmens gemäß den Vorgaben in Kapitel 9 PN EN 1090-2. Die Montage sollte ausschließlich von Montagen-Betrieben mit entsprechender Ausrüstung durchgeführt werden und

Qualifikationen, die erforderlich sind, um die Montage gemäß dieser Beschreibung und den genannten Normen durchzuführen. Vor dem Beginn der Montage der Struktur sollte der Montageleiter die Vollständigkeit der gelieferten Struktur und der Befestigungsmittel überprüfen, etwaige Schäden melden und die Fertigteile in einer Montagefolge bereitstellen.

Stahlprofile, Bleche, Profile, die zur Vorfertigung der Konstruktion verwendet wurden, in Bezug auf Lieferbedingungen, Abmessungen und Toleranzen müssen die entsprechenden Normen gemäß Tabelle 2,3,4 PN-EN 1090-2 erfüllen.

Toleranz der Blechdicke A gemäß 5.3.2 PN EN 1090-2.

Zustand der Oberflächen von Flachblechen Klasse A2, Zustand der Oberflächen von Profilen C1 gemäß 5.3.3 PN EN 1090-2.

Weitere Schweißmaterialien müssen die Anforderungen EN 13479 sowie die entsprechenden Produktnormen gemäß Tabelle 5 erfüllen.

Für unelastische Verbindungen sind Schrauben gemäß EN 15048-1 zu verwenden (Schrauben ISO 4014 Vollgewinde + Mutter ISO 4032 eines Herstellers). Schraubverbindungen müssen auf Klassenkennzeichnungen an den Köpfen geprüft und die Muttern bis zum ersten Widerstand für unelastische Schrauben festgezogen werden.

Der Schraubengewinde in der Verbindung muss mindestens 2 Gewindegänge über dem Muttergewinde hinausragen. Jede unelastische Verbindung ist gemäß Punkt 8.3 PN EN 1090-2 in einen Zustand der festen Druckschmierung zu versetzen.

Stahlstifte, Muttern und Unterlegscheiben feuerverzinkt.

Konstruktionselemente sollten unter den Anweisungen der Hersteller transportiert und gelagert werden. Während des Transports und der Lagerung sind geeignete Sicherungen gemäß Tabelle 8 PN EN 1090-2 zu verwenden. Der Auftragnehmer muss eine Wiederherstellungsverfahren für während des Transports beschädigte Bauteile vorbereiten.

Materialien und Erzeugnisse sind gemäß den Normenanforderungen und Garantiebedingungen zu lagern und zu pflegen, so dass jede Lieferung leicht und eindeutig identifiziert werden kann. Unmarkierte Produkte sollten nicht auf tragenden Bauteilen verwendet werden.

Die Oberflächenqualität nach dem Schneiden gemäß EN ISO 9013 muss die Anforderungen der Klasse EXC2 gemäß Tabelle 9 PN EN 1090-2 erfüllen.

Schweißen der Konstruktion gemäß den Anforderungen PN EN ISO 3834-3. Vor Beginn des Schweißens ist ein Schweißplan zu erstellen, basierend auf PN EN ISO 3834-3 und den in Punkt 7.2.2 PN EN 1090-2 festgelegten Richtlinien.

Werkstattverbindungen von Bauteilen sind mit dem Konstrukteur abzustimmen. Werkzeugverbindungen in Bauteilen kürzer als 6 m sollten nicht hergestellt werden.

Qualifizierung der Schweißmethode und des Schweißpersonals zusammen mit dem Schweißaufsicht gemäß Punkt 7.4 PN EN 1090-2.

Kriterien für Schweißnahtabweichungen gemäß EN ISO 5817 – Qualitätsstufe C. NDT-Bereich der Struktur gemäß Tabelle 24 für die festgelegte Ausführungsklasse EXC2. Auswahl der Prüfmethode gemäß den Normen für die jeweiligen Methoden (RT – EN 1435, UT-EN 1714/EN 1713, MT EN 1290, PT EN 571-1). Alle Schweißnähte visuell gemäß EN 970 geprüft.

Korrosionsschutz der Stahlprofile wird durch eine geeignete Farbbeschichtung erfolgen, basierend auf den in Punkt 4.3 festgelegten Parametern.

Auftragnehmer der Stahlskelettkonstruktion ist verpflichtet, gemäß Anhang C PN EN 1090-2 einen Qualitätsplan zu erstellen.

9. Abnahme der Konstruktion

Während der Montage der Konstruktion sind folgende Abnahmen durchzuführen:

- - Prüfung der Oberkante der Fundamente,
Prüfung der Übereinstimmung und Vollständigkeit der montierten Konstruktion, Prüfung der Montagedifferenzen,
- - Prüfung der Zug- und Druckverbindungen
Prüfung der Abmessungen der Bauteile, Bewehrung (Durchmesser, Abstand).

10. Schlussbemerkungen

Alle Unklarheiten bezüglich dieses Projekts sowie etwaige Änderungen der angewandten Lösungen sind unbedingt, laufend im Rahmen der Autorensupervision zu konsultieren und mit der Projekteinheit und von dieser bevollmächtigten Planern abzustimmen.

Es ist nicht gestattet, Änderungen am Projekt ohne Zustimmung der Autoren dieser Arbeit vorzunehmen. Alle Änderungen müssen schriftlich von den Autoren des Projekts genehmigt werden.

Alle Bauarbeiten bei der Ausführung des Objekts sind sorgfältig gemäß diesem Projekt, Normen und PN-Normen, technischem Wissen, unter der Anleitung einer befugten Person und unter Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften durchzuführen.

Für Bauarbeiten sind ausschließlich Materialien und Produkte zu verwenden, die die entsprechenden Zulassungen und Atteste für ihre Verwendung in Polen besitzen.

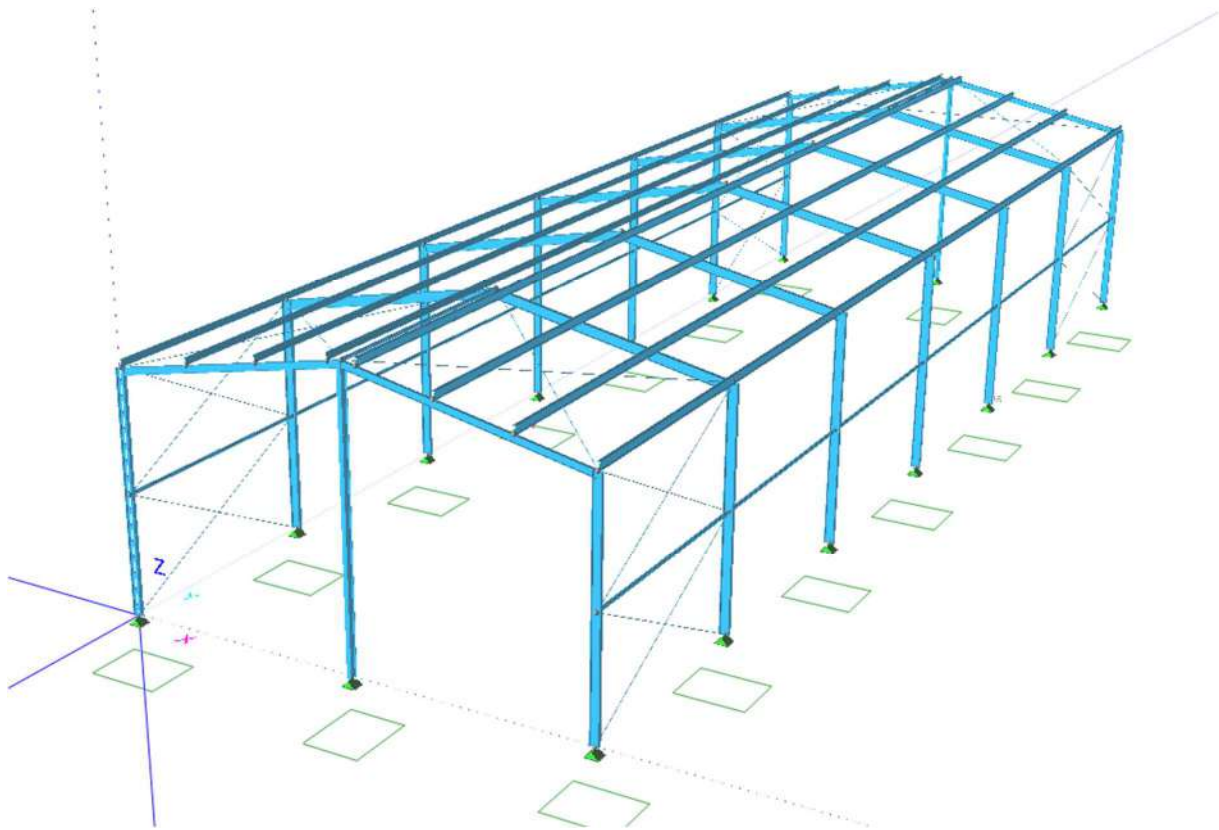
Vor Beginn der Umsetzung ist der Auftragnehmer verpflichtet, einen Arbeitsorganisationsplan zu erstellen. Der Organisationsplan muss die Sicherstellung der Standsicherheit der Konstruktion in jeder Phase ihrer Realisierung berücksichtigen.

11. Statische und Festigkeitsberechnungen

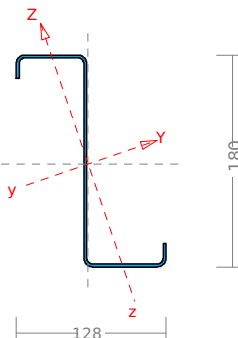
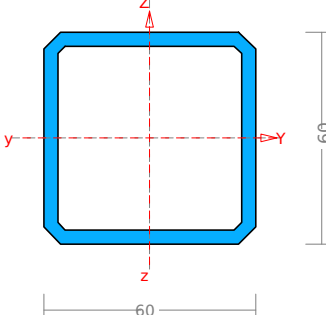
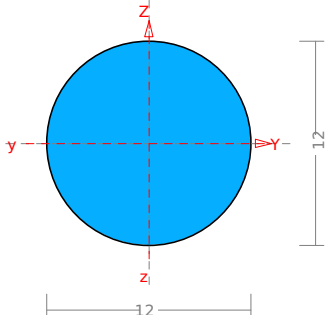
Statische und Festigkeitsberechnungen der elementaren Stäbe der Hallenkonstruktion wurden in einem Raummodell unter Verwendung der Software RM_3d v. 8.75 Lizenznr. 41191.

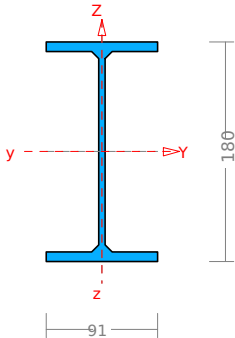
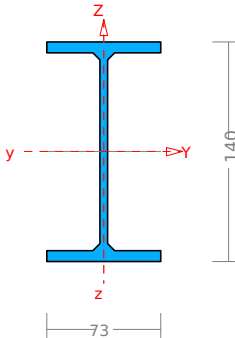
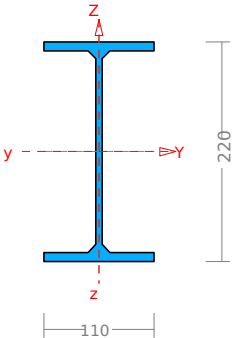
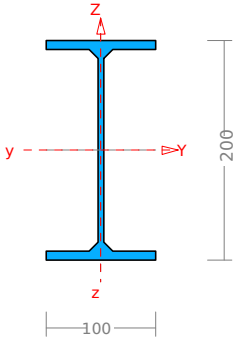
Die Fundamentberechnungen wurden mit der Software GEO5 – Direkte Fundamente, Lizenznr. 11155/1 durchgeführt.

11.1 Statisches Modell



Querschnitte:

1 - Z-Profil Gc 180x70x6		2 - H 60x 60x 4.0		3 - R *12x6	
					
Material:	S 355	Material:	S 355	Material:	S 355
A [cm ²]	8,23	A [cm ²]	8,82	A [cm ²]	1,13
J _y [cm ⁴]	399,89	J _y [cm ⁴]	45,90	J _y [cm ⁴]	0,10
J _z [cm ⁴]	72,48	J _z [cm ⁴]	45,90	J _z [cm ⁴]	0,10
D _{yz} [cm ⁴]	-125,69	D _{yz} [cm ⁴]	0,00	D _{yz} [cm ⁴]	0,00
α[Grad]	18,76	α[Grad]	0,00	α[Grad]	0,00
I _y [cm ⁴]	442,57	I _y [cm ⁴]	45,90	I _y [cm ⁴]	0,10
I _z [cm ⁴]	29,79	I _z [cm ⁴]	45,90	I _z [cm ⁴]	0,10
J _t [cm ⁴]	0,18	J _t [cm ⁴]	71,38	J _t [cm ⁴]	0,10
J _□ [cm ⁴]	4184,56	J _□ [cm ⁴]	0,05	J _□ [cm ⁴]	0,00
i _y [cm]	7,33	i _y [cm]	2,28	i _y [cm]	0,30
i _z [cm]	1,90	i _z [cm]	2,28	i _z [cm]	0,30
i _s [cm]	7,59	i _s [cm]	3,23	i _s [cm]	0,42
m [kg/m]	6,46	m [kg/m]	6,92	m [kg/m]	0,89

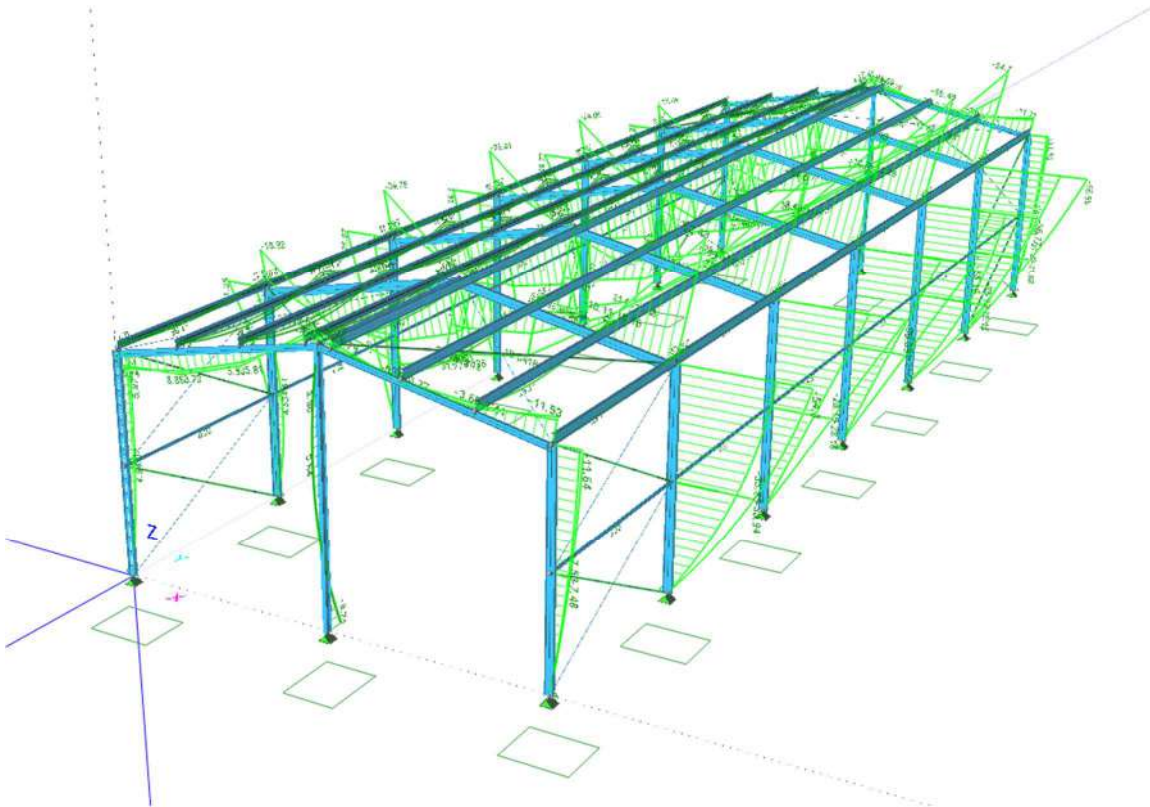
4 - I 180 PE		5 - I 140 PE		6 - I 220 PE	
					
Material:	S 355	Material:	S 355	Material:	S 355
A [cm ²]	23,90	A [cm ²]	16,40	A [cm ²]	33,40
J _y [cm ⁴]	1320,00	J _y [cm ⁴]	541,00	J _y [cm ⁴]	2770,00
J _z [cm ⁴]	101,00	J _z [cm ⁴]	44,90	J _z [cm ⁴]	205,00
D _{yz} [cm ⁴]	0,00	D _{yz} [cm ⁴]	0,00	D _{yz} [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
I _y [cm ⁴]	1320,00	I _y [cm ⁴]	541,00	I _y [cm ⁴]	2770,00
I _z [cm ⁴]	101,00	I _z [cm ⁴]	44,90	I _z [cm ⁴]	205,00
J _t [cm ⁴]	4,75	J _t [cm ⁴]	2,47	J _t [cm ⁴]	8,58
J _□ [cm ⁴]	7431,21	J _□ [cm ⁴]	1981,36	J _□ [cm ⁴]	22672,31
i _y [cm]	7,43	i _y [cm]	5,74	i _y [cm]	9,11
i _z [cm]	2,06	i _z [cm]	1,65	i _z [cm]	2,48
i _s [cm]	7,71	i _s [cm]	5,98	i _s [cm]	9,44
m [kg/m]	18,76	m [kg/m]	12,87	m [kg/m]	26,22
7 - I 200 PE					
					
Material:	S 355	Material:		Material:	
A [cm ²]	28,50	A [cm ²]		A [cm ²]	
J _y [cm ⁴]	1940,00	J _y [cm ⁴]		J _y [cm ⁴]	
J _z [cm ⁴]	142,00	J _z [cm ⁴]		J _z [cm ⁴]	
D _{yz} [cm ⁴]	0,00	D _{yz} [cm ⁴]		D _{yz} [cm ⁴]	
α [Deg]	0,00	α [Deg]		α [Deg]	
I _y [cm ⁴]	1940,00	I _y [cm ⁴]		I _y [cm ⁴]	
I _z [cm ⁴]	142,00	I _z [cm ⁴]		I _z [cm ⁴]	
J _t [cm ⁴]	6,26	J _t [cm ⁴]		J _t [cm ⁴]	
J _□ [cm ⁴]	12988,09	J _□ [cm ⁴]		J _□ [cm ⁴]	
i _y [cm]	8,25	i _y [cm]		i _y [cm]	
i _z [cm]	2,23	i _z [cm]		i _z [cm]	
i _s [cm]	8,55	i _s [cm]		i _s [cm]	
m [kg/m]	22,37	m [kg/m]		m [kg/m]	

Materialien:

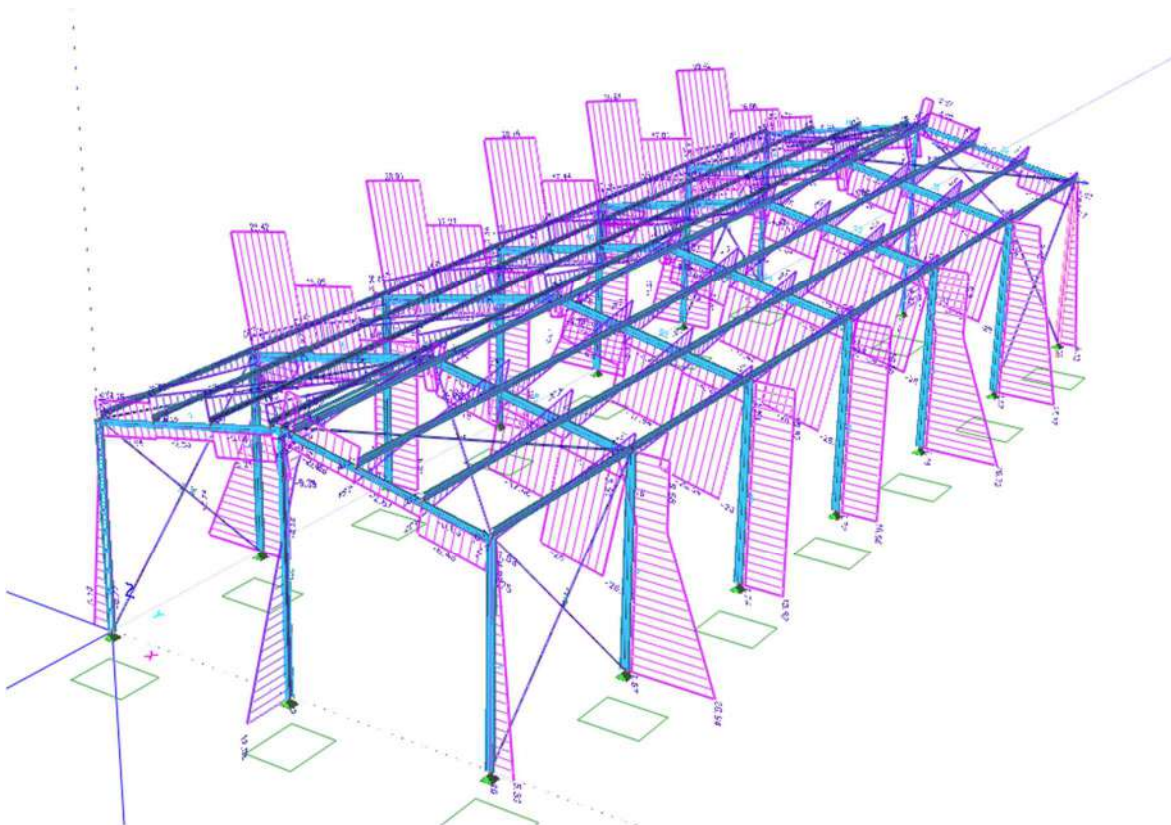
Nr:	Art:	Name:	E:	G:	ν:	α _T :	ρ:	R _o :
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
4	Stahl 1993	S 355	210	81	0,3	0	7850	355

11.2 Ergebnisse - globalem Modell

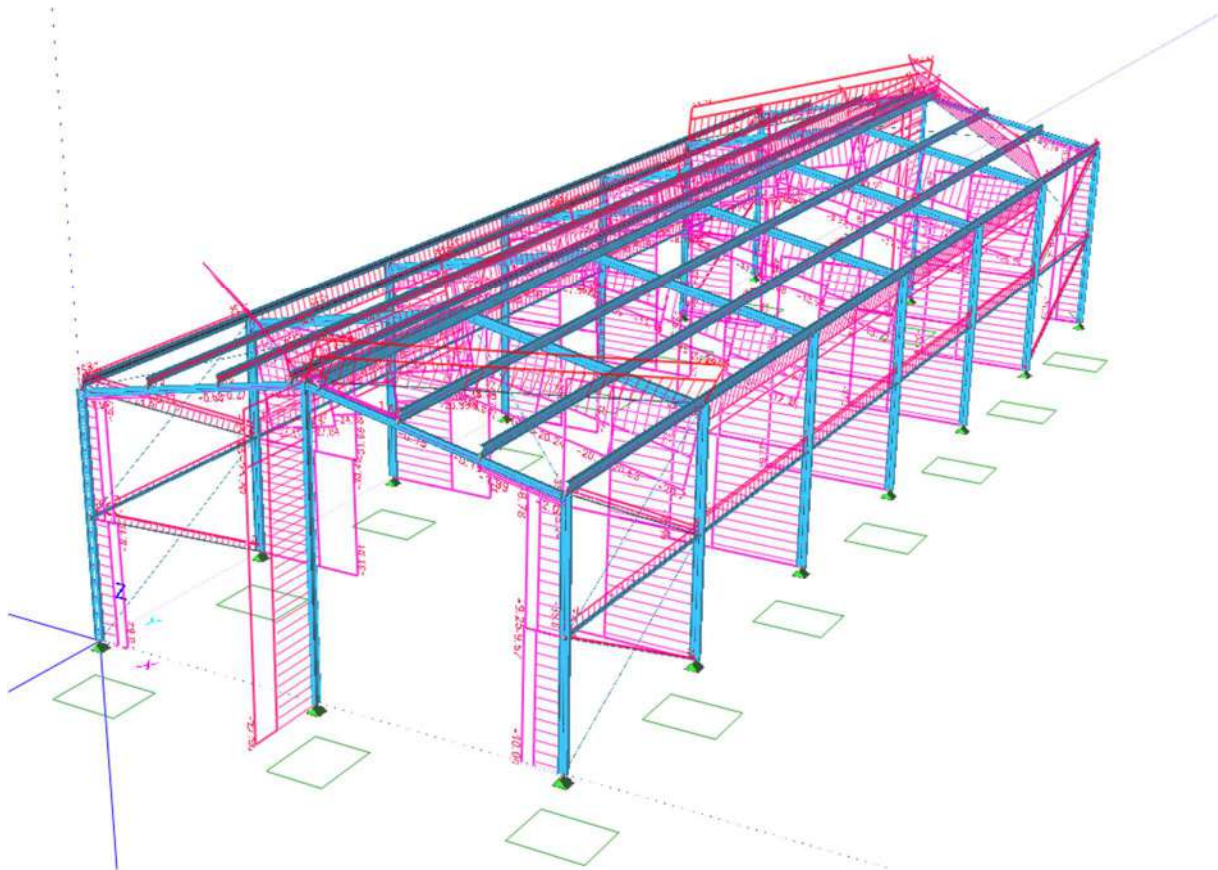
Biegemomente M_y [kNm] (umfängliche)



Schnittkräfte T_z [kN] (umfängliche)



Normalkräfte N [kN] (Hüllkurven)



Ergebnisse: Bemessungskombination PN-EN: CW+1,35·St+1,5·(Sn+W) Theorie: 1. Ordnung

Art:	Stab Nr:	A :	Max:	Min:	B:
My	19	-15,38	0,00	-15,38	0,00
	1	8,07	11,42	-7,98	-7,98
	2	-5,22	-1,03	-15,12	-15,12
	3	-15,21	-10,43	-15,21	-10,43
	4	0,00	8,52	0,00	7,94
	5	0,00	8,51	-11,38	-11,38
	6	-8,74	36,21	-8,74	26,52
	7	-70,85	-46,62	-70,85	-46,62
	8	26,79	26,79	-69,19	-69,19
	9	0,00	6,51	-16,78	-16,78
	10	-14,87	36,37	-14,87	32,43
	11	-71,20	0,00	-71,20	0,00
	12	32,67	32,67	-69,95	-69,95
	13	0,00	3,64	-7,29	-7,29
	14	-5,45	37,43	-5,45	26,62
	15	-74,55	0,00	-74,55	0,00
	16	26,94	26,94	-72,18	-72,18
	17	0,00	8,65	0,00	8,10
	18	8,20	11,49	-8,17	-8,17
	20	-5,08	-0,96	-15,27	-15,27
	21	0,05	3,24	-1,58	-0,15
	22	-0,01	4,31	-3,76	-0,02
	23	0,00	3,93	-4,20	0,00
	24	0,40	3,11	-3,58	0,38
	25	0,43	3,51	-4,08	0,41
	26	0,00	4,96	-5,07	0,00
	27	0,13	3,42	-1,99	-0,07
	28	0,00	5,00	-4,61	-0,02

	29	0,00	9,07	-14,73	-14,73
	30	0,00	14,72	-9,07	14,72
	31				
	32	0,00	0,00	0,00	0,00
	33				
	34	0,00	0,00	0,00	0,00
	35	0,00	0,00	0,00	0,00
	36				
	37	0,00	0,00	0,00	0,00
	38				
	39	0,00	0,22	0,00	0,00
	40	0,00	0,22	0,00	0,00
	41	-68,83	0,00	-68,83	0,00
	42	0,00	0,00	-18,82	-18,82
	43	-17,85	35,54	-17,85	32,89
	44	33,15	33,15	-66,84	-66,84
	45	-66,78	0,00	-66,78	0,00
	46	0,00	0,00	-19,84	-19,84
	47	-18,88	34,81	-18,88	32,09
	48	32,33	32,33	-64,88	-64,88
	49	-10,40	0,00	-10,40	0,00
	50	-46,73	0,00	-46,73	0,00
	51	0,00	0,22	0,00	0,00
	52	0,00	0,00	0,00	0,00
	53	0,00	0,00	0,00	0,00
	54				
	55	0,00	0,00	0,00	0,00
	56				
	57	0,00	0,00	0,00	0,00
	58	0,00	0,22	0,00	0,00
	59				
	60	0,00	0,00	0,00	0,00
	61				
	62	0,00	0,00	0,00	0,00
	63	0,00	0,22	0,00	0,00
	64	0,00	0,00	0,00	0,00
	65				
	66	0,00	0,00	0,00	0,00
	67				
	68	0,00	0,22	0,00	0,00
	69	0,00	0,00	0,00	0,00
	70				
	71	0,00	0,22	0,00	0,00
	72	0,00	0,22	0,00	0,00
	73	0,00	0,22	0,00	0,00
	74	0,00	0,22	0,00	0,00
	75	0,00	0,22	0,00	0,00
	76	0,00	0,22	0,00	0,00
	77	0,00	0,22	0,00	0,00
	78	0,00	0,22	0,00	0,00
Tz	19	0,82	5,32	0,82	5,32
	1	2,20	2,20	-11,21	-11,21
	2	4,66	4,66	-6,51	-6,51
	3	0,78	3,03	0,78	3,03
	4	4,32	4,32	-1,12	-1,12
	5	8,61	8,61	-13,14	-13,14
	6	20,45	20,45	-10,48	-10,48
	7	5,19	14,19	5,19	14,19
	8	-2,97	-2,97	-30,12	-30,12
	9	7,53	7,53	-14,22	-14,22
	10	21,77	21,77	-8,03	-8,03
	11	5,25	23,25	5,25	23,25
	12	-4,35	-4,35	-30,74	-30,74
	13	3,98	3,98	-6,90	-6,90
	14	19,75	19,75	-11,75	-11,75

	15	10,42	19,42	10,42	19,42
	16	-4,42	-4,42	-30,73	-30,73
	17	4,35	4,35	-1,09	-1,09
	18	2,16	2,16	-11,11	-11,11
	20	4,83	4,83	-6,57	-6,57
	21	-1,72	2,89	-2,98	1,63
	22	-3,65	5,25	-5,32	3,59
	23	-3,87	5,04	-5,10	3,80
	24	-3,23	3,70	-3,47	3,14
	25	-3,67	4,20	-4,05	3,61
	26	-4,66	6,04	-6,08	4,62
	27	-2,16	3,35	-3,45	2,06
	28	-4,44	6,26	-6,31	4,39
	29	7,58	7,58	-12,67	-12,67
	30	-7,58	12,67	-7,58	12,67
	31				
	32	0,00	0,00	0,00	0,00
	33				
	34	0,00	0,00	0,00	0,00
	35	0,00	0,00	0,00	0,00
	36				
	37	0,00	0,00	0,00	0,00
	38				
	39	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	40	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	41	13,75	13,75	13,75	13,75
	42	-3,78	-3,78	-3,78	-3,78
	43	22,40	22,40	-8,12	-8,12
	44	-4,80	-4,80	-30,17	-30,17
	45	13,34	13,34	13,34	13,34
	46	-3,99	-3,99	-3,99	-3,99
	47	22,66	22,66	-7,90	-7,90
	48	-4,51	-4,51	-29,70	-29,70
	49	3,04	5,29	3,04	5,29
	50	14,19	23,19	14,19	23,19
	51	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	52	0,00	0,00	0,00	0,00
	53	0,00	0,00	0,00	0,00
	54				
	55	0,00	0,00	0,00	0,00
	56				
	57	0,00	0,00	0,00	0,00
	58	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	59				
	60	0,00	0,00	0,00	0,00
	61				
	62	0,00	0,00	0,00	0,00
	63	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	64	0,00	0,00	0,00	0,00
	65				
	66	0,00	0,00	0,00	0,00
	67				
	68	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	69	0,00	0,00	0,00	0,00
	70				
	71	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	72	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	73	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	74	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	75	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	76	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	77	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	78	0,17	0,17	-0,17	-0,17
N	19	-9,99	-9,99	-12,23	-12,23
	1	-1,94	-0,95	-1,94	-1,02

	2	4,04	4,04	-1,86	-1,86
	3	-8,88	-8,88	-9,35	-9,35
	4	-8,70	-6,42	-8,70	-6,42
	5	-29,45	-28,79	-30,21	-29,55
	6	-29,46	-17,89	-29,46	-17,89
	7	-37,54	-37,54	-38,19	-38,19
	8	-20,58	-19,18	-20,59	-19,25
	9	-32,04	-30,39	-32,04	-30,39
	10	-19,05	-7,97	-19,05	-7,97
	11	-37,28	-37,28	-38,94	-38,94
	12	-10,44	-10,44	-12,53	-12,53
	13	-28,84	-27,95	-28,84	-27,95
	14	-21,21	-17,16	-21,21	-17,16
	15	-38,79	-38,42	-39,45	-39,07
	16	-20,39	-20,39	-26,46	-26,46
	17	-6,59	-5,28	-6,59	-5,28
	18	-1,72	1,54	-1,72	1,54
	20	1,52	1,52	-2,09	-2,09
	21	-0,51	10,26	-0,51	1,62
	22	0,11	0,23	-0,39	0,23
	23	0,02	0,39	0,02	0,03
	24	-4,36	-4,12	-8,34	-4,12
	25	-4,59	-4,38	-8,38	-4,38
	26	0,01	0,31	0,01	0,02
	27	-1,45	14,37	-1,45	0,78
	28	0,04	0,16	-1,92	0,16
	29	-20,66	-20,66	-21,79	-21,79
	30	-20,73	-20,73	-21,86	-21,86
	31				
	32	11,36	11,36	11,36	11,36
	33				
	34	19,55	19,55	19,55	19,55
	35	14,95	14,95	14,95	14,95
	36				
	37	15,95	15,95	15,95	15,95
	38				
	39	-6,91	-6,91	-6,91	-6,91
	40	-6,94	-6,94	-6,94	-6,94
	41	-37,93	-37,93	-39,59	-39,59
	42	-31,07	-29,42	-31,07	-29,42
	43	-9,70	-7,00	-9,70	-7,00
	44	-9,59	-9,59	-19,94	-19,94
	45	-37,36	-37,36	-39,02	-39,02
	46	-31,33	-29,67	-31,33	-29,67
	47	-9,66	-7,23	-9,66	-7,23
	48	-9,71	-9,71	-19,02	-19,02
	49	-9,62	-9,62	-10,09	-10,09
	50	-38,11	-38,11	-38,76	-38,76
	51	4,44	4,44	4,44	4,44
	52	0,12	0,12	0,12	0,12
	53	0,96	0,96	0,96	0,96
	54				
	55	0,35	0,35	0,35	0,35
	56				
	57	2,61	2,61	2,61	2,61
	58	2,46	2,46	2,46	2,46
	59				
	60	3,93	3,93	3,93	3,93
	61				
	62	2,50	2,50	2,50	2,50
	63	2,56	2,56	2,56	2,56
	64	3,08	3,08	3,08	3,08
	65				
	66	0,45	0,45	0,45	0,45
	67				

	68	4,45	4,45	4,45	4,45
	69	1,71	1,71	1,71	1,71
	70				
	71	5,53	5,53	5,53	5,53
	72	6,01	6,01	6,01	6,01
	73	5,99	5,99	5,99	5,99
	74	6,04	6,04	6,04	6,04
	75	5,84	5,84	5,84	5,84
	76	6,19	6,19	6,19	6,19
	77	5,45	5,45	5,45	5,45
	78	6,10	6,10	6,10	6,10

11.3 Analyse des direkten Fundaments

Analyse des direkten Fundaments

Eingabedaten

Projekt

Daten: 2021-08-16

Einstellungen

Polen - EN 1997

Materialien und Normen

Betonkonstruktionen: EN 1992-1-1 (EC2)

EN 1992-1-1 Koeffizienten: Standardwerte

Senkungen

Berechnungsmethode: Berechnungen mit dem edometrischen Modul
Beschränkungen der aktiven Tiefe: als Prozentanteil Sigma_{Or}
Beschränkung der aktiven Tiefe: 10,0 [%]

Unbefestigte Fundamente

Berechnungen bei Abflussbedingungen: EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Analyse der Zugfundamente: Standardverfahren

Taumen zulässig: 0,333

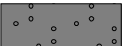
Berechnungsmethodik: Berechnungen nach EN 1997

Berechnungsansatz: 2 - Reduktion der Einwirkungen und Widerstände

Partielle Koeffizienten für Einwirkungen (A)			
Stabile Berechnungssituation			
		Ungünstig	Vorteilhaft
Ständige Einwirkungen:	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände oder Tragfähigkeit (R)			
Dauerhafte Bemessungssituation			
Reduktionsbeiwert für die vertikale Tragfähigkeit:	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Teilsicherheitsbeiwert für die horizontale Tragfähigkeit:	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Grundlegende Bodenparameter

Nr	Bezeichnung	Schraffur	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Mittlerer Sand, mitteldicht		33,50	0,00	18,50	8,50	

Bei der Berechnung des Ruhedruckes wurden alle Böden als nichtbindig angenommen.

Bodenparameter

Mittlerer Sand, mitteldicht
 Volumengewicht : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Winkel der inneren Reibung : $\varphi_{ef} = 33,50^\circ$
 Bodenkohäsion : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Ödometermodul : $E_{oed} = 32,00 \text{ MPa}$
 Gewicht des gesättigten Bodens : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Fundament

Fundamenttyp: axiale Fundamentplatte, gestuft
 Tiefe von der ursprünglichen Geländeoberfläche $h_z = 1,00 \text{ m}$
 Gründungstiefe $d = 1,00 \text{ m}$
 Höhe der oberen Stufe $t_v = 0,75 \text{ m}$
 Fundamenthöhe $t = 0,40 \text{ m}$
 Neigung des veränderten Geländes $s_1 = 0,00^\circ$
 Neigung der Fundamentunterseite $s_2 = 0,00^\circ$

Überlagerung

Typ: Volumengewicht definieren
 Volumengewicht des Bodens über dem Fundament = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Konstruktionsgeometrie

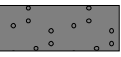
Fundamenttyp: axiale Fundamentplatte, gestuft
 Länge der Fundamentplatte $x = 1,50 \text{ m}$
 Breite der Fundamentplatte $y = 1,20 \text{ m}$
 Länge der oberen Stufe $a_{vx} = 0,60 \text{ m}$
 Breite der oberen Stufe $a_{vy} = 0,61 \text{ m}$
 Breite des Pfeilers in Richtung x $c_x = 0,30 \text{ m}$
 Breite des Pfeilers in Richtung y $c_y = 0,15 \text{ m}$
 Volumen der Fundamentsohle = $0,99 \text{ m}^3$
 Volumen des Grabens, Volumen = $1,80 \text{ m}^3$
 des Aushubs, Baumaterial der = $0,86 \text{ m}^3$
 Konstruktion

Spezifisches Volumengewicht $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
 Berechnungen der Betonbaukonstruktionen wurden mit der Norm EN 1992-1-1 (EC2) durchgeführt.

Beton: C 20/25
 Druckfestigkeit $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$
 Zugfestigkeit $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$
 Elastizitätsmodul $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Längszug- und Bewehrung: B500B
 Streckgrenze $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$
 Querdeckung/Querschnitt: B500B
 Streckgrenze $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologisches Profil und zugeordnete Böden

Nr.	Dicke der Schicht Tiefe $t \text{ [m]}$	$z \text{ [m]}$	Zuordneter Boden	Schraufura
1	-	0,00 ..	Mittelsand, mittelverdichtet	

Last

Nr	Last neu	Änderung	Name	Art	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Hx [kN]	Hy [kN]
1	Ja		Kraft Nr. 1 Bemessen		39,99	0,00	0,00	23,40	0,26

Globale Berechnungs-Einstellungen

Berechnungsmethode: Berechnungen bei Abflussbedingungen

Phasenberechnungseinstellungen

Berechnungssituation: dauerhaft

Analyse Nr. 1

Analyse von Lastzuständen

Name	Gewicht. WÄ. vorteilhaft	ex [m]	ey [m]	σ [kPa]	Rd [kPa]	Nutzung [%]	Erfüllt die Anforderungen
Kraft Nr. 1	Ja	0,34	0,00	81,11	354,80	22,86	Ja
Kraft Nr. 1	Nein	0,29	0,00	84,95	414,60	20,49	Ja

Die Berechnungen wurden mit automatischer Auswahl der ungünstigsten Lastzustände durchgeführt.

Bestimmte Eigenlast des Fundamentfußes $G = 22,87 \text{ kN}$

Bestimmte Last des Bodenschutzes über dem Boden $Z = 17,21 \text{ kN}$

Überprüfung der vertikalen Tragfähigkeit

Form des Kontaktspannungsverteilung: rechteckig Ungünstigster Lastzustand Nr. 1. (Kraft Nr. 1)

Parameter der Gleitfläche unter dem Fundament:

Abtiefung der Gleitschicht $Z_{sp} = 2,16 \text{ m} =$

Reichweite der Gleitschicht $l_{sp} = 6,93 \text{ m}$

Berechnungsfestigkeit des Bodens unter dem Fundament $R_d = 354,80 \text{ kPa}$

Maximale Kontaktspannung Tragfähigkeit $\sigma = 81,11 \text{ kPa}$

vertikal erfüllt Anforderungen

Analyse der Lastversatzes

Max. Exzentrizität entlang der Fundamentlänge $e_x = 0,224 < 0,333$ Max. Exzentrizität entlang der Fundamentbreite $e_y = 0,003 < 0,333$

Max. räumliche Exzentrizität $e_t = 0,224 < 0,333$

Exzentrizität der Fundamentbelastung erfüllt Anforderungen

Überprüfung der horizontalen Tragfähigkeit

Ungünstigster Lastzustand Nr. 1. (Kraft Nr. 1) Bodenwiderstand: Ruhezustand

Berechnungswert des Bodenwiderstands $S_{pd} = 3,18 \text{ kN}$

Horizontale Tragfähigkeit des Fundaments $R_{dh} = 51,07 \text{ kN}$

Maximale horizontale Kraft $H = 23,40 \text{ kN}$

Horizontale Tragfähigkeit erfüllt Anforderungen

Die Fundamenttragfähigkeit erfüllt Anforderungen

.....
VERFASST VON