TYPENSTATISCHE BERECHNUNG

Hersteller: **Gutzeit Verbindungsysteme GmbH & Co.**
Rudolf Diesel Str.1
58730 Fröndenberg

Bauprodukt: **Pfostenträger**

Berechnungsgrundlagen:

EN 1995-1-1:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN 1052:2008	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
EN 1993-1-1:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbau ten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
EN 1993-1-8:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbau ten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen

Baustoffe:

Vollholz	Festigkeitsklasse C24 nach EN 338:2009
Stahlqualität	S 235 JR nach EN 10025: $R_e \geq 235$ N/mm²; $R_m \geq 360$ N/mm² B 500 nach EN 10080: $R_e \geq 500$ N/mm²; $R_m \geq 525$ N/mm² Gewindestangen Festigkeitsklasse 4.6 nach DIN EN ISO 898-1:2009-08
Verbindungsmittel	Stabdübel ∅10,0 mm; $R_m \geq 360$ N/mm² Bolzen ∅10,0 mm, ∅12,0; $R_m \geq 360$ N/mm² Nägel ∅4,0 ; l ≥ 40 mm; $R_m \geq 600$ N/mm², Holzschraube ∅8,0; l ≥ 40 mm; $R_m \geq 360$ N/mm² Holzschraube ∅10,0 ; l ≥ 60 mm; $R_m \geq 360$ N/mm²

Karlsruhe, den 15.10.2013

P. Teutsch

Dipl.-Ing. Friederike Teutsch

Diese typenstatische Berechnung umfasst 83 Seiten inklusive 5 Anlagen

Inhalt

1 Allgemeines 3
2 Berechnungsgrundlagen 8
2.1 Beanspruchung des Holzes auf Zug in Faserrichtung 8
2.2 Beanspruchung des Holzes auf Druck in Faserrichtung 8
2.3 Beanspruchung des Holzes auf Zug rechtwinklig zur Faserrichtung 9
2.4 Beanspruchung des Holzes auf Querdruck 9
2.5 Beanspruchung des Holzes auf Schub 9
2.6 Beanspruchung des Holzes auf Schub mit Ausklinkung am Auflager 10
2.6.1 Bolzenverbindung 11
2.6.2 Schraubenverbindung 13
2.7 Tragfähigkeit aus Lochleibungsversagen im Stahlblech 14
2.8 Tragfähigkeit des Stahlbleches – zug- bzw. druckbeanspruchtes Bauteil 15
2.9 Tragfähigkeit des Stahlbleches - biegebeanspruchtes Bauteil 16
2.10 Tragfähigkeit des Stahlbleches – querkraftbeanspruchte Bauteile 17
2.11 Tragfähigkeit des Stahlbleches – Interaktion 17
2.12 Tragfähigkeit der Schweißnaht 18
2.13 Tragfähigkeit des Ankers 19
2.14 Tragfähigkeit der Verankerung des Pfostenträgers im Untergrund 20
2.15 Kombinierte Beanspruchung 21
3 Typenstatische Berechnung 22
3.1 Allgemeines 22
3.2 Berechnung Lastfall F_1 23
3.3 Berechnung Lastfall F_2 / F_3 32
3.4 Berechnung Lastfall F_4 / F_5 41
3.4.1 Modellierung 41
3.4.2 Federkonstanten 41
3.4.3 Bettung 42
Ergebnisse Pfostenträger 49

1 Allgemeines

Die vorliegende typenstatische Berechnung beinhaltet die Bemessung folgender Pfostenträger (Tabelle 1).

Tabelle 1: Pfostenträger-Typen

Typ / Benennung	Größe (mm)	Artikel-Nr.	Korrosionsschutz
Typ H	71	89900	feuerverzinkt
	81	89901	
	91	89902	
	101	89903	
	121	89904	
	141	89905	
Typ U höhen- / seitenverstellbar		891051	galvanisch verzinkt
Typ U zum Aufdübeln / seitenverstell-bar	150	891150	feuerverzinkt
Typ U höhen- / seitenverstellbar auf Rohr		89940	feuerverzinkt
Typ U mit Riffeldolle	71	89820	feuerverzinkt
	81	89821	
	91	89822	
	101	89823	
	121	89824	
	141	89825	
Typ Z (Typ I) höhenverstellbar		891053	galvanisch verzinkt
Typ I höhenverstellbar	130	891127	feuerverzinkt
	180	891128	
	230	891129	
	280	891130	
Typ I hohenverstellbar mit Rohrdolle	400	891109	feuerverzinkt
Typ I aufdübelbar	100	891131	feuerverzinkt
	150	891132	
Typ I in Beton Riffeldolle D = 25	400	891125	feuerverzinkt
	400	891152	
	250	891153	
Typ I mit Rohrdolle	400	891126	feuerverzinkt
Typ I mit Gewindehülse		891198	galvanisch verzinkt

Fortsetzung Tabelle 1: Pfostenträger-Typen

Typ / Benennung	Größe (mm)	Artikel-Nr.	Korrosionsschutz
Typ T höhenverstellbar		891052	galvanisch verzinkt
Typ T höhenverstellbar zum Aufdübeln	110-160	89920	feuerverzinkt
Typ T zum Aufdübeln mit Distanzrohr	150	89832	feuerverzinkt
Typ T mit Riffeldolle	250	89810	feuerverzinkt
Typ T in Beton mit Rohrdolle	300	89840	feuerverzinkt
	400	89841	
Typ P höhenverstellbar		891050	galvanisch verzinkt
Typ P zum Aufdübeln	100	89850	feuerverzinkt
	150	89851	
Universal auf Beton höhenverstellbar	310	89852	feuerverzinkt

Der Einsatz der Pfostenträger ist für die Befestigung von Holzstützen und -pfosten als tragende Bauteile in leichten Bauwerken (z.B. Carports, Pergolen, Terrassen etc.) bzw. bei größeren Holzstützen vorgesehen. Die Pfostenträger bestehen i.d.R. aus einem Anker (z.B. Gewindestab), einer Grundplatte und ein bzw. zwei Stahllaschen (i.a. U-, T- und I-förmig).

Für die Pfostenträger werden charakteristische Werte der Tragfähigkeit ermittelt. Die Tragfähigkeiten wurden nach den Bemessungsvorschriften EN 1995-1-1:2010 und EN 1993-1-1:2010 bzw. EN 1993-1-8:2010 berechnet.

Die Pfostenträger werden aus Stahl S 235 JR nach EN 10025-2 mit einer charakteristischen Mindeststreckgrenze von R_e = 235 N/mm² und einer charakteristischen Mindestzugfestigkeit von R_m = 360 N/mm² hergestellt.

Die Dicke der Stahlbauteile (Laschen, Grundplatte) liegt zwischen 4,0 mm und 8,0 mm.

Als Verbindungsmittel werden Nägel ø4,0x40 mm mit einer charakteristischen Mindestzugfestigkeit von R_m = 600 N/mm², Stabdübel und Bolzen ø10 mm und ø12 mm mit einer charakteristischen Mindestzugfestigkeit von R_m = 360 N/mm² und Holzschrauben ø8,0, ø10,0 und ø12,0 mm nach EN 14592 (DIN 571 und Gewinde nach DIN 7998) mit einer charakteristischen Mindestzugfestigkeit von R_m = 360 N/mm² eingesetzt. Die Unterlegscheiben für die Bolzen sollten eine Seitenlänge bzw. Durchmesser von mindestens dem dreifachen Bolzendurchmesser ($d_U \geq 3 \cdot d_{Bolzen}$) und eine Dicke von mindestens 0,3-fachen Bolzendurchmesser ($t \geq 0{,}3 \cdot d_{Bolzen}$) aufweisen. Die Holzschrauben sind gemäß den Angaben in EN 1995-1-1, Ab. 10.4.5 vorzubohren.

Für die Pfosten wurden die Kennwerte für Vollholz der Festigkeitsklasse C24 nach EN 338:2009 zugrunde gelegt. Die Mindestmaße der Pfosten sind hierbei zu beachten. Die Hirnholzfläche des Pfostens liegt i.d.R. vollflächig auf der Grundplatte auf. Bei den Pfostenträger-Typ H ist im Hinblick auf den konstruktiven Holzschutz ein Abstand vom Hirnholzende des Pfostens zur Grundplatte vorgesehen (maximal 10 mm).

Die Lastabtragung in den Untergrund erfolgt entweder über einen Gewindestab (Festigkeitsklasse 4.6 nach DIN EN ISO 898-1:2009-08 mit einer charakteristischen Mindeststreckgrenze von R_e = 400 N/mm²), einen Rippenstab (B 500 nach EN 10080 mit einer charakteristischen Mindeststreckgrenze von R_e = 500 N/mm²) oder über ein Stahlprofil.
Der Nachweis der Verankerung des Pfostenträgers im Untergrund bzw. Boden wird in der typenstatischen Berechnung nicht berücksichtigt.

Es wird angenommen, dass der Pfostenträger und die Stütze lotrecht eingebaut werden und somit die Grundplatte des Pfostenträgers rechtwinklig zur Beanspruchungsrichtung F_1 (vgl. Bild 1) liegt. Eine ungewollte Schrägstellung der Stütze wird in der typenstatischen Berechnung nicht berücksichtigt.

Der Abstand von Oberkante des Bodens bis zur Oberkante der Grundplatte des Pfostenträgers ist in Tabelle 3 angegeben.

Die Bezeichnungen und die geometrischen Bedingungen wurden den vorliegenden Konstruktionszeichnungen entnommen. Die verschiedenen Pfostenträger-Typen sind in den Anlagen dargestellt.

Der Korrosionsschutz wird durch Feuerverzinkung mit einer Dicke von mindestens 55 µm nach DIN EN1461 oder galvanische Verzinkung Fe/Zn 25c nach ISO 2081 gewährleistet. Die Verbindungsmittel müssen für den Einsatz im Außenbereich ebenfalls durch eine Zinkschicht geschützt sein (Verzinkung Fe/Zn 25c nach EN ISO 2081).

Es werden folgende Lastfälle untersucht (Bild 1 bis Bild 3):

- Belastung durch F_1

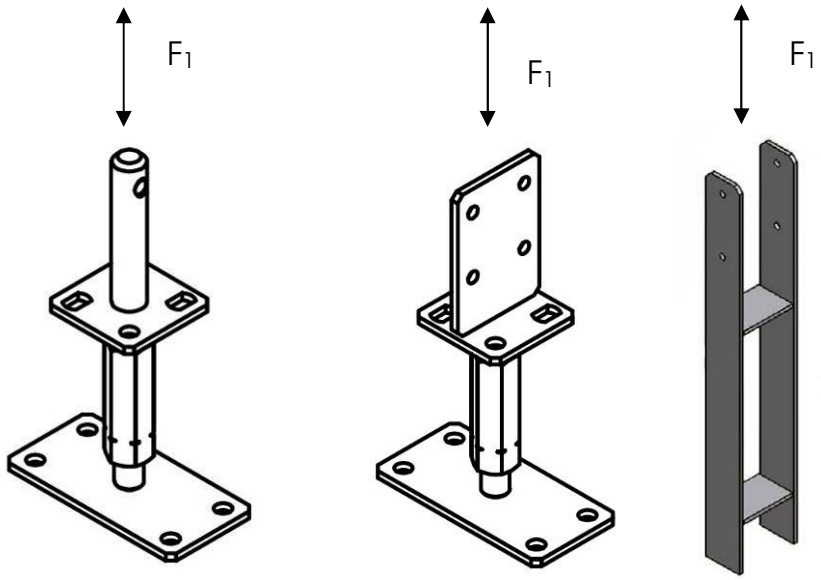


Bild 1: Belastung durch F_1 (Zug- oder Druckbeanspruchung)

- Belastung durch F_2 / F_3

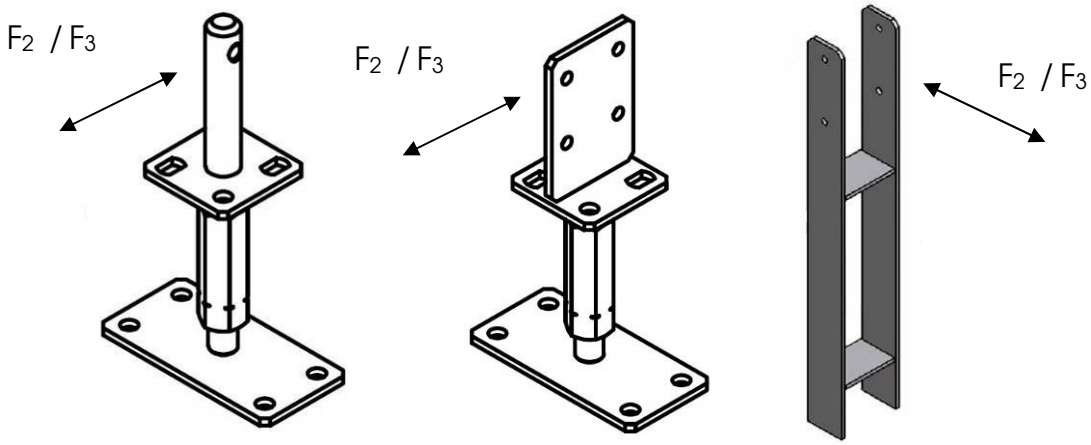


Bild 2: Belastung durch F_2 / F_3 parallel zum Stahlschwert/-schenkel, senkrecht zur Achse der Verbindungsmittel

- Belastung durch F_4 / F_5

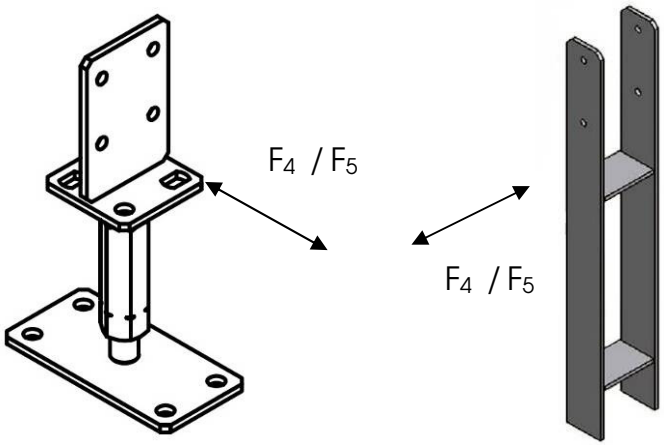


Bild 3: Lastfall F_4/F_5 senkrecht zum Stahlschwert/-schenkel, parallel zur Achse der Verbindungsmittel

2 Berechnungsgrundlagen

Die Tragfähigkeit der Pfostenträger ergibt sich als Minimum aus

- der Tragfähigkeit des Holzes,
- der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel im Holz,
- der Tragfähigkeit aus Lochleibungsversagen im Stahlblech,
- der Tragfähigkeit des Stahlblechs (dabei wird von der Querschnittsklasse 1 nach EN 1993 1-1, Ab. 5.5.2 ausgegangen),
- der Tragfähigkeit der Schweißnaht,
- der Tragfähigkeit des Ankers (z.B. Bewehrungsstahl).

Der Nachweis der Verankerung des Pfostenträgers im Untergrund bzw. Boden wird bei der typenstatischen Berechnung nicht berücksichtigt.

2.1 Beanspruchung des Holzes auf Zug in Faserrichtung

Nach EN 1995-1-1, Ab. 6.1.2 ist folgender Nachweis zu führen:

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d} \qquad (1)$$

Mit:

$\sigma_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung in N/mm²

$f_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung in N/mm²

wobei:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_{t,0,d}}{A_{net}} \qquad (2)$$

Mit:

$F_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugkraft in Faserrichtung in N

A_{net} Netto-Querschnittsfläche in mm²

2.2 Beanspruchung des Holzes auf Druck in Faserrichtung

Nach EN 1995-1-1, Ab. 6.1.4 ist folgender Nachweis zu führen:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \qquad (3)$$

Mit:

$\sigma_{c,0,d}$ Bemessungswert der Druckspannung in Faserrichtung in N/mm²

$f_{c,0,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung in N/mm²

wobei:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{A_{ef}} \qquad (4)$$

Mit:

$F_{c,0,d}$ Bemessungswert der Druckkraft in Faserrichtung in N

A_{ef} wirksame Auflagerfläche in mm²

2.3 Beanspruchung des Holzes auf Zug rechtwinklig zur Faserrichtung

Nach EN 1995-1-1, Ab. 6.1.3 ist der Einfluss der Bauteilgröße zu berücksichtigen. Die charakteristische Beanspruchbarkeit auf Querzug berechnet sich nach EN 1995-1-1, Ab. 8.1.4 zu:

$$F_{90,Rk} = 14 \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} \qquad (5)$$

Mit:

b Dicke des Holzbauteils in mm

w Modifikationsbeiwert (=1,0 für Schrauben-, Bolzenverbindungen)

h_e Abstand des am entferntesten angeordneten Verbindungsmittels vom beanspruchten Holzrand in mm

h Höhe des Holzbauteils in mm

2.4 Beanspruchung des Holzes auf Querdruck

Nach EN 1995-1-1, Ab. 6.1.5 ist folgender Nachweis zu führen:

$$\sigma_{c,90,d} \le k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \qquad (6)$$

Mit:

$\sigma_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckspannung in der wirksamen Kontaktfläche rechtwinklig zur Faserrichtung in N/mm²

$f_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung in N/mm²

$k_{c,90}$ Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Einwirkung, der Spaltgefahr und des Grades der Druckverformung ($k_{c,90}$=1,0)

wobei:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \qquad (7)$$

Mit:

$F_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckkraft in der Kontaktfläche rechtwinklig zur Faserrichtung in N

A_{ef} wirksame Kontaktfläche in mm²

2.5 Beanspruchung des Holzes auf Schub

Nach EN 1995-1-1, Ab. 6.1.7 ist folgender Nachweis zu führen:

$$\tau_d \le f_{v,d} \qquad (8)$$

Mit:

τ_d Bemessungswert der Schubspannung in N/mm²

$f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit in N/mm²

wobei:

$$\tau_d = 1{,}5 \cdot \frac{F_{v,d}}{A} \qquad (9)$$

Mit:

$F_{v,d}$ Bemessungswert der Schubkraft in N

A Querschnittsfläche in mm²

2.6 Beanspruchung des Holzes auf Schub mit Ausklinkung am Auflager

Nach EN 1995-1-1, Abs. 6.5.2 ist folgender Nachweis zu führen:

$$\tau_d \le k_v \cdot f_{v,d} \qquad (10)$$

Mit:

τ_d Bemessungswert der Schubspannung in N/mm²

$f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit in N/mm²

k_v Abminderungsbeiwert

wobei:

$$\tau_d = 1{,}5 \cdot \frac{F_{v,d}}{b \cdot h_{ef}} \qquad (11)$$

Mit:

$F_{v,d}$ Bemessungswert der Schubkraft in N

h_{ef} effektive Querschnittshöhe in mm

b Querschnittsbreite in mm

sowie:

$$k_v = \min\left\{1{,}0;\ \frac{k_n \cdot \left(1 + \frac{1{,}1 \cdot i^{1{,}5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \cdot \left(\sqrt{\alpha \cdot (1-\alpha)} + 0{,}8\frac{x}{h} \cdot \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)}\right\} \qquad (12)$$

für an der Auflagerseite ausgeklinkte Biegestäbe

Mit:

i Neigung der Ausklinkung

h Höhe des Biegestabes in mm

x Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklinkungsecke in mm

wobei:

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

$$k_n = 5{,}0 \text{ für Vollholz} \qquad (13)$$

Der charakteristische Wert der Schubfestigkeit wird nach dem nationalen Anhang für Deutschland DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 mit $f_{v,k}$ = 2,0 N/mm² berücksichtigt.

2.6.1 Bolzenverbindung

Nach EN 1995-1-1, Ab. 8.5 wird die Tragfähigkeit einer Stahl-Holz-Bolzenverbindung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse (Abscheren) wie folgt berechnet.

Der charakteristische Wert des Fließmoments wird in Abhängigkeit der charakteristischen Zugfestigkeit $f_{u,k}$ und dem Bolzendurchmesser d bestimmt:

$$M_{y,k} = 0{,}3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \qquad (14)$$

Der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\alpha,k}$ wird in Abhängigkeit vom Bolzendurchmesser d, der charakteristischen Rohdichte des Holzes ρ_k für Nadelholz der Festigkeitsklasse C24 und dem Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung berechnet:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \qquad (15)$$

Mit

$$f_{h,0,k} = 0{,}082 \cdot (1 - 0{,}01 \cdot d) \cdot \rho_k \qquad (16)$$

$$k_{90} = 1{,}35 + 0{,}015 \cdot d \qquad \text{für Nadelholz} \qquad (17)$$

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit in Richtung der Bolzenachse berechnet sich aus dem Minimum der Zugfestigkeit des Bolzens und der Tragfähigkeit des Stahlbleches bzw. der Unterlegscheibe für Nadelholz der Festigkeitsklasse C24:

$$F_{ax,Rk} = \min \begin{cases} A_{ef(\min\{12 \cdot t; 4 \cdot d\})} \cdot k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \\ A_{ef,Unterlegscheibe} \cdot k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \end{cases} \qquad (18)$$

Nach EN 1995-1-1, Ab. 8.2.2.(2) wird der Anteil der Seilwirkung an der Tragfähigkeit einer Stahl-Holz-Bolzenverbindung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse auf 25 % des Anteils nach der Johansen-Theorie begrenzt.

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ der Stahlblech-Holz-Verbindung pro Scherfuge und Bolzen berechnet sich für dünne Stahlbleche als Seitenteile einer zweischnittigen Verbindung nach EN 1995-1-1 zu:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0{,}5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1{,}15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \qquad (19)$$

Für dicke Stahlbleche als Seitenteile einer zweischnittigen Verbindung berechnet sich der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ der Stahlblech-Holz-Verbindung pro Scherfuge und Bolzen nach EN 1995-1-1 wie folgt:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0{,}5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 2{,}3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \dfrac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \qquad (20)$$

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Bolzenverbindung mit Stahlblechdicken zwischen einem dünnen und einem dicken Stahlblech ist durch geradlinige Interpolation zwischen den Grenzwerten für dünne und dicke Bleche zu bestimmen.

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ der Stahlblech-Holz-Verbindung pro Scherfuge und Bolzen berechnet sich für Stahlbleche jeder Dicke als Mittelteil einer zweischnittigen Verbindung nach EN 1995-1-1 zu:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \dfrac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \dfrac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2{,}3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \dfrac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \qquad (21)$$

Mit:

$F_{v,Rk}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und VM in N
$f_{h,k}$	charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil in N/mm²
t_1	der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Eindringtiefe in mm
t_2	Dicke des Mittelholzes in mm
d	Durchmesser des Verbindungsmittels in mm
$M_{y,Rk}$	charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels in Nmm
$F_{ax,Rk}$	charakteristischer Wert des Ausziehwiderstands des Verbindungsmittels in N

Die Mindestabstände von Bolzen betragen nach EN 1995-1-1, Tab. 8.4:

Tabelle 2: Mindestabstände von Bolzen

Abstände	Winkel	Mindestabstände
a_1 (in Faserrichtung)	$0° \le \alpha \le 360°$	$(4 + \lvert\cos\alpha\rvert)\cdot d$
a_2 (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0° \le \alpha \le 360°$	$4\cdot d$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90° \le \alpha \le 90°$	max (7·d; 80 mm)
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90° \le \alpha < 150°$ $150° \le \alpha < 210°$ $210° \le \alpha \le 270°$	$(1+6\cdot\sin\alpha)\cdot d$ $4\cdot d$ $(1+6\cdot\lvert\sin\alpha\rvert)\cdot d$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0° \le \alpha \le 180°$	max ((2 + 2·sin α)·d; 3·d)
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180° \le \alpha \le 360°$	$3\cdot d$

Bei einer Reihe mit n Bolzen in Faserrichtung des Holzes wird die Tragfähigkeit, für Kräfte in Faserrichtung des Holzes, mit einer wirksamen Bolzenanzahl n_{ef} nach EN 1995-1-1, Ab. 8.5.1.1.(4) berechnet.

2.6.2 Schraubenverbindung

Die Tragfähigkeit einer Stahl-Holz-Schraubenverbindung wird nach EN 1995-1-1, Ab. 8.7 bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren) wie folgt berechnet.

Der charakteristische Wert des Fließmoments wird in Abhängigkeit der charakteristischen Zugfestigkeit $f_{u,k}$ und dem wirksamen Schraubendurchmesser d_{ef} wie folgt bestimmt. Auf der sicheren Seite liegend wird die Lage des Fließgelenkes im Kernbereich der Schraube angenommen:

$$M_{y,k} = 0{,}3 \cdot f_{u,k} \cdot d_{ef}^{2,6} \qquad (22)$$

Der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\alpha,k}$ wird in Abhängigkeit vom Schraubendurchmesser d, der charakteristischen Rohdichte des Holzes ρ_k für Nadelholz der Festigkeitsklasse C24 und dem Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung berechnet:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2\alpha + \cos^2\alpha} \qquad (23)$$

Mit

$$f_{h,0,k} = 0{,}082 \cdot (1 - 0{,}01 \cdot d) \cdot \rho_k \qquad (24)$$

$$k_{90} = 1{,}35 + 0{,}015 \cdot d \qquad \text{für Nadelholz} \qquad (25)$$

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit in Richtung der Schraubenachse berechnet sich unter Berücksichtigung des Ausziehversagens des eingeschraubten Teils der Schraube, des Abreißversagens des Kopfes der Schraube und des Abreißens der Schraube auf Zug. Maßgebend ist hier die Ausziehtragfähigkeit der Schraube:

$$f_{ax,k} = 0{,}52 \cdot d^{-0{,}5} \cdot \ell_{ef}^{-0{,}1} \cdot \rho_k^{0{,}8} \tag{26}$$

$$F_{ax,90,Rk} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot \ell_{ef} \cdot k_d}{1{,}2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \tag{27}$$

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ der Stahlblech-Holz-Verbindung pro Scherfuge und Schraube berechnet sich für dünne Stahlbleche einer einschnittigen Verbindung nach EN 1995-1-1 zu:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0{,}4 \cdot f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d_{ef} \\ 1{,}15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d_{ef}} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \tag{28}$$

Für dicke Stahlbleche berechnet sich der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ der Stahlblech-Holz-Verbindung pro Scherfuge und Schraube nach EN 1995-1-1 zu:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d_{ef} \\ f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d_{ef} \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d_{ef} \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2{,}3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d_{ef}} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \tag{29}$$

Mit:

$F_{v,Rk}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und VM in N

$f_{h,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil in N/mm²

t_1 der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Eindringtiefe in mm

d_{ef} wirksamer Durchmesser des Verbindungsmittels in mm

$M_{y,Rk}$ charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels in Nmm

$F_{ax,Rk}$ charakteristischer Wert des Ausziehwiderstands des Verbindungsmittels in N

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Schraubenverbindung mit Stahlblechdicken zwischen einem dünnen und einem dicken Stahlblech ist durch geradlinige Interpolation zwischen den Grenzwerten für dünne und dicke Bleche zu bestimmen.

Für die Mindestabstände und die wirksame Anzahl n_{ef} von Schrauben mit teilweise glattem Schaft und einem Durchmesser d > 6 mm gelten bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse gemäß EN 1995-1-1, Ab. 8.7.1.(4) die Festlegungen analog Bolzen.

2.7 Tragfähigkeit aus Lochleibungsversagen im Stahlblech

Die Grenzlochleibungskraft $F_{b,Rd}$ wird nach EN 1993-1-8, Tab. 3.4 bestimmt:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \tag{30}$$

Mit:

$$\alpha_b = \min \begin{cases} \dfrac{e_1}{3 \cdot d_0} & \text{für am Rand liegende Schrauben} \\ \dfrac{p_1}{3 \cdot d_0} - \dfrac{1}{4} & \text{für innenliegende Schrauben} \\ \dfrac{f_{ub}}{f_u} & \\ 1{,}0 & \end{cases} \tag{31}$$

$$k_1 = \min \begin{cases} 2{,}8 \cdot \dfrac{e_2}{d_0} - 1{,}7 & \text{für am Rand liegende Schrauben} \\ 1{,}4 \cdot \dfrac{p_2}{d_0} - 1{,}7 & \text{für innenliegende Schrauben} \\ 2{,}5 & \end{cases} \tag{32}$$

Mit:

e_1 Randabstand des Verbindungsmittels vom beanspruchten Rand parallel zur Kraftrichtung in mm

e_2 Randabstand des Verbindungsmittels vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Kraftrichtung in mm

p_1 Lochabstand der Verbindungsmittel untereinander parallel zur Kraftrichtung in mm

p_2 Lochabstand der Verbindungsmittel untereinander rechtwinklig zur Kraftrichtung in mm

d_0 Lochdurchmesser in mm

f_{ub} Zugfestigkeit des Verbindungsmittels in N/mm²

f_u Zugfestigkeit des Stahlblechs in N/mm²

2.8 Tragfähigkeit des Stahlbleches – zug- bzw. druckbeanspruchtes Bauteil

Nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.3 gilt für zugbeanspruchte Bauteile:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \le 1{,}0 \tag{33}$$

Mit:

$$N_{t,Rd} = \min \begin{cases} \dfrac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \dfrac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \end{cases} \tag{34}$$

Mit:

$N_{t,Rd}$ Bemessungswert der Zugbeanspruchbarkeit in N

A Bruttoquerschnittsfläche in mm²

f_y Streckgrenze des Stahlblechs in N/mm²

f_u Zugfestigkeit des Stahlblechs in N/mm²

A_{net} Nettoquerschnittsfläche in mm²

γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

γ_{M2} Teilsicherheitsbeiwert bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung

Eine Druckbeanspruchung der Stahllaschen liegt i.d.R. nicht vor, da die Kraftübertragung vom Holzbauteil in den Pfostenträger i.d.R. direkt über Druckkontakt erfolgt. Hierzu muss die Hirnholzfläche des Holzbauteiles vollflächig auf der Grundplatte aufliegen.

Bei Pfostenträger-Typen, bei denen dies nicht der Fall ist (Typ H), erfolgt der Nachweis der Stahllaschen bei Druckbeanspruchung im Lastfall F_1 über einen Interaktionsnachweis für Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.9.1:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1{,}0 \tag{35}$$

Mit:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \tag{36}$$

Mit:

$M_{N,Rd}$ Bemessungswert der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit (abgemindert durch den Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft N_{Ed}) in Nmm

$M_{pl,Rd}$ Bemessungswert der plastischen Momententragfähigkeit in Nmm

N_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft in N

$N_{pl,Rd}$ Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit in N

Ein Stabilitätsversagen der Stahllaschen kann aufgrund der Anordnung der Verbindungsmittel sowie der vorhandenen grenz b/t - Verhältnisse ausgeschlossen werden.

2.9 Tragfähigkeit des Stahlbleches - biegebeanspruchtes Bauteil

Nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5 gilt für biegebeanspruchte Bauteile (Querschnitte der Klasse 1 oder 2):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1{,}0 \tag{37}$$

Mit:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \tag{38}$$

Mit:

$M_{c,Rd}$ Bemessungswert der Momententragfähigkeit bei Berücksichtigung von Löchern in Nmm

W_{pl} plastische Widerstandsmoment in mm^3

f_y Streckgrenze des Stahlblechs in N/mm^2

γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

Der Einfluss der Querkraft auf die Momentenbeanspruchbarkeit wird nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.8 berücksichtigt. Die Abminderung des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit kann vernachlässigt werden, wenn der Bemessungswert der Querkraft die Hälfte des Bemessungswertes der plastischen Querkraftbeanspruchbarkeit unterschreitet.

2.10 Tragfähigkeit des Stahlbleches – querkraftbeanspruchte Bauteile

Nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.6 gilt:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1{,}0 \tag{39}$$

Mit:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \tag{40}$$

Mit:

$V_{pl,Rd}$ Bemessungswert der plastischen Querkraftbeanspruchbarkeit in N

f_y Streckgrenze des Stahlblechs in N/mm^2

A_v Wirksame Schubfläche in mm^2

γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

2.11 Tragfähigkeit des Stahlbleches – Interaktion

Die Beanspruchbarkeit der Querschnitte wird unter Ausnutzung plastischer Tragfähigkeiten ermittelt. Es gilt:

$$N_{pl,Rd} = \min \begin{cases} \dfrac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \dfrac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \end{cases} \tag{41}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \tag{42}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \tag{43}$$

Mit:

$N_{pl,Rd}$ plastische Grenzzugkraft in N

$V_{pl,Rd}$ plastische Grenzquerkraft in N

$M_{pl,Rd}$ plastisches Grenzmoment in Nmm

Nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.10 darf die Querkraft vernachlässigt werden, wenn der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft die Hälfte der plastischen Querkrafttragfähigkeit nicht überschreitet.

Somit gilt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.9 für den Nettoquerschnitt:

$$M_{Ed} \le M_{N,Rd} \tag{44}$$

Mit:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \tag{45}$$

2.12 Tragfähigkeit der Schweißnaht

Die Tragfähigkeit der Schweißnaht wird nach EN 1993-1-8, Ab. 4.5.3 mit Hilfe des richtungsbezogenen Verfahrens oder des vereinfachten Verfahrens ermittelt:

vereinfachtes Verfahren (EN 1993-1-8, Ab. 4.5.3.3):

$$F_{w,Rd} = a \cdot f_{vw,d} \tag{46}$$

Mit:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \tag{47}$$

Mit:

$f_{vw,d}$ Bemessungswert der Scherfestigkeit der Schweißnaht in N/mm²

f_u Zugfestigkeit des schwächeren der angeschlossenen Bauteile in N/mm²

γ_{M2} Teilsicherheitsbeiwert bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung

a Schweißnahtdicke in mm

richtungsbezogenes Verfahren (EN 1993-1-8, Ab. 4.5.3.2):

$$\left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2\right)\right]^{0,5} \le \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

und (48)

$$\sigma_{\perp} \le 0{,}9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Mit:

f_u Zugfestigkeit des schwächeren der angeschlossenen Bauteile in N/mm²

β_W Korrelationsbeiwert

γ_{M2} Teilsicherheitsbeiwert bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung

2.13 Tragfähigkeit des Ankers

Für eine Druckbeanspruchung gilt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.3.1 für Querschnitte der Klasse 1, 2 und 3:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1{,}0 \tag{49}$$

Mit:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \tag{50}$$

Mit:

$N_{b,Rd}$ Bemessungswert der Beanspruchbarkeit auf Biegeknicken in N

χ Abminderungsfaktor für die maßgebende Biegeknickrichtung

A Querschnittsfläche in mm²

f_y Streckgrenze des Ankers in N/mm²

γ_{M1} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen

Die Knicklänge L_{cr} setzt sich aus dem zweifachen Abstand zwischen der Oberkante der Gründung und der Unterkante der Grundplatte des Pfostenträgers zuzüglich dem einfachen Durchmesser des Ankers zusammen.

Für eine Zugbeanspruchung gilt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.3:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1{,}0 \tag{51}$$

Mit:

$$N_{t,Rd} = \min \begin{cases} \dfrac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \dfrac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \end{cases} \tag{52}$$

Mit:

$N_{t,Rd}$ Bemessungswert der Beanspruchbarkeit auf Zug in N

A Bruttoquerschnittsfläche in mm²

f_y Streckgrenze des Ankers in N/mm²

f_u Zugfestigkeit des Ankers in N/mm²

A_{net} Nettoquerschnittsfläche in mm²

γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

γ_{M2} Teilsicherheitsbeiwert bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung

Für eine Biegebeanspruchung gilt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1{,}0 \tag{53}$$

Mit:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \tag{54}$$

Mit:

$M_{c,Rd}$ Bemessungswert der Beanspruchbarkeit auf Biegung in Nmm

W_{pl} plastische Widerstandsmoment in mm^3

f_y Streckgrenze des Ankers in N/mm^2

γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

Der Interaktionsnachweis für die Beanspruchbarkeit des Rippenstabes infolge Normalkraft, Querkraft und Biegung wird unter Ausnutzung plastischer Tragfähigkeiten geführt. Es gilt:

$$N_{pl,Rd} = \min \begin{cases} \dfrac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \dfrac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \end{cases} \tag{55}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \tag{56}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \tag{57}$$

Mit:

$N_{pl,Rd}$ plastische Grenzzugkraft in N

$V_{pl,Rd}$ plastische Grenzquerkraft in N

$M_{pl,Rd}$ plastisches Grenzmoment in Nmm

Nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.10 darf die Querkraft vernachlässigt werden, wenn der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft die Hälfte der plastischen Querkrafttragfähigkeit nicht überschreitet.

Somit gilt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.9 für den Nettoquerschnitt:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd} \tag{58}$$

Mit:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \tag{59}$$

2.14 Tragfähigkeit der Verankerung des Pfostenträgers im Untergrund

Der Nachweis der Verankerung des Pfostenträgers im Untergrund (z.B. Betonfundament) wird bei der typenstatischen Berechnung nicht berücksichtigt und

ist somit gesondert für jeden Pfostenträger entsprechend der Einbausituation nachzuweisen. Die Angaben zum Lastangriffspunkt in Tabelle 3 sind dabei zu beachten (Hebelarm $e_{F2/F3}$ bzw. $e_{F4/F5}$) . Der Hebelarm entspricht dabei dem Abstand von der Oberkante der Gründung bis zur Last. Der maximale Abstand von Oberkante des Bodens bis zur Oberkante der Grundplatte des Pfostenträgers ist durch den Abstand a in Tabelle 3 angegeben.

2.15 Kombinierte Beanspruchung

Für die Tragfähigkeit der Pfostenträger bei kombinierter Beanspruchung gilt:

$$\Sigma \frac{F_{i,d}}{R_{i,d}} \leq 1 \qquad (60)$$

Mit:

$F_{i,d}$ Bemessungswert der Beanspruchung in den Lastfällen F_1, F_2 bzw. F_3 und F_4 bzw. F_5 in N

$R_{i,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit in den Lastfällen F_1, F_2 bzw. F_3 und F_4 bzw. F_5 in N

3 Typenstatische Berechnung

3.1 Allgemeines

Die typenstatische Berechnung umfasst Pfostenträger unterschiedlicher Ausführung. Zusätzlich können die Maße (Breite, Höhe etc.) innerhalb eines Typs variieren. In diesem Abschnitt wird aus diesem Grund exemplarisch die typenstatische Berechnung des Pfostenträgers Typ U mit Riffeldolle x=81 mm (Artikel 89821; siehe Bild 4) ausführlich erläutert. Die typenstatische Berechnung der weiteren Pfostenträger erfolgt analog unter Berücksichtigung der jeweiligen Geometrie- und Materialeigenschaften.

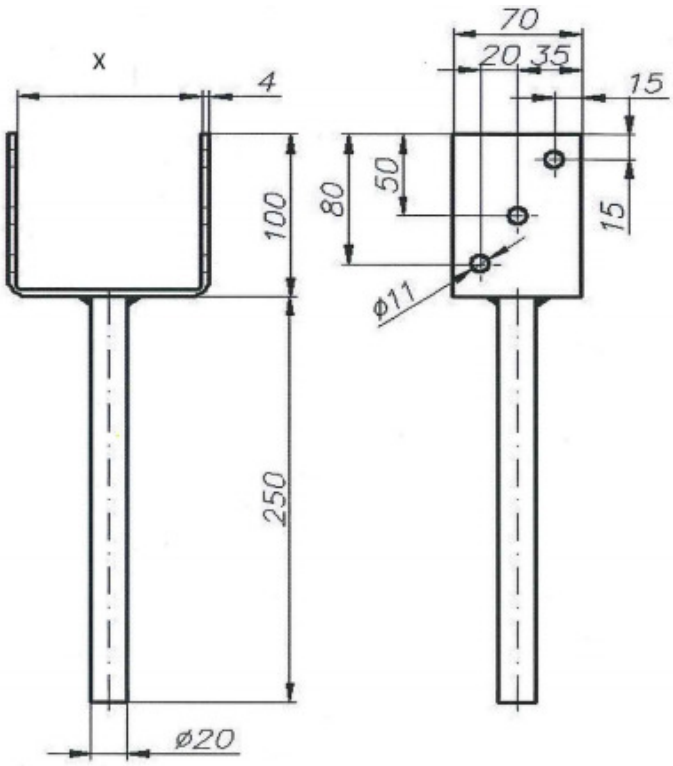


Bild 4: Pfostenträger Typ 89821

Das Holzbauteil muss eine Breite von 81 mm (entspricht dem Abstand der seitlichen Stahllaschen) sowie eine Mindestdicke von 120 mm haben. Die Mindestdicke des Holzbauteils ergibt sich aus den Anforderungen an die Mindestrandabstände der Verbindungsmittel nach EN 1995-1-1. Das Holzbauteil muss mindestens den Anforderungen der Festigkeitsklasse C24 nach EN 338:2009 entsprechen und vollflächig auf der Grundplatte aufliegen.

Als Verbindungsmittel sind ein Bolzen (d_{Bolzen} = 10mm) mit Unterlegscheiben ($d_U \geq 3*d_{Bolzen}$, $t \geq 0{,}3 * d_{Bolzen}$) sowie vier Holzschrauben 10x60mm nach EN 14592 (DIN 571) vorgesehen. Aufgrund der erforderlichen Rand- und Zwischenabstände der Verbindungsmittel nach EN 1995-1-1 dürfen im Lastfall F_1 bei Zugbeanspruchung und im Lastfall F_2 bzw. F_3 lediglich die beiden oberen Holzschrauben für die Berechnung der Tragfähigkeit angesetzt werden.

Der Abstand zwischen der Grundplatte und dem Boden bzw. Untergrund darf maximal 50 mm betragen.

3.2 Berechnung Lastfall F_1

Beim Lastfall F_1 wird der Pfosten durch eine Normalkraft beansprucht. Für den Nachweis des Pfostenträgers wird zwischen einer Zug- und einer Druckbeanspruchung unterschieden.

- Zugbeanspruchung

Bei einer Zugbeanspruchung wird die Normalkraft im Pfosten über die Verbindungsmittel in die Stahllaschen des Pfostenträgers eingeleitet. Für den Holzquerschnitt wird die Tragfähigkeit bei Zugbeanspruchung im Nettoquerschnitt berechnet.

Die Verbindungsmittel werden im Lastfall F_1 auf Abscheren beansprucht. Aufgrund der einzuhaltenden Rand- und Zwischenabstände von Verbindungsmittel nach EN 1995-1-1, Tab. 8.4 dürfen im Lastfall F_1 nur die beiden obersten Holzschrauben 10x60 mm zur Berechnung der Tragfähigkeit der Stahlblech-Holz-Verbindung berücksichtigt werden. Die Berechnung der Tragfähigkeit der Holzschrauben-Verbindung bei Beanspruchung auf Abscheren (einschnittige Stahlblech-Holz-Verbindung mit außenliegendem Stahlblech) erfolgt nach EN 1995-1-1, Ab. 8.7.1.

Die Stahllaschen werden im Lastfall F_1 auf Lochleibung und Zug im Nettoquerschnitt beansprucht. Die Beanspruchbarkeit einzelner Verbindungsmittel mit Scherbeanspruchung auf Lochleibung (Grenzlochleibungskraft $F_{b,Rd}$) wird nach EN 1993-1-8, Tab. 3.4 bestimmt.

Der Nachweis der Zugtragfähigkeit für die Stahllaschen im Lastfall F_1 wird unter Berücksichtigung der plastischen Beanspruchbarkeit im Bruttoquerschnitt sowie der Zugbeanspruchbarkeit im Nettoquerschnitt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.3 geführt.

Die Grundplatte des Pfostenträgers wird beim Typ U mit außenliegenden Stahllaschen im Lastfall F_1 (Zug) auf Biegung beansprucht. Der Nachweis der Grundplatte auf Biegung wird nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5 geführt. Dabei wird ausgehend vom Ausbreitungswinkel der Last von den Stahllaschen zum Rippenstab hin eine mitwirkende Breite (Einflussbreite) der Grundplatte für das plastische Widerstandsmoment sowie der Hebelarm für die Beanspruchung ermittelt (Bild 5).

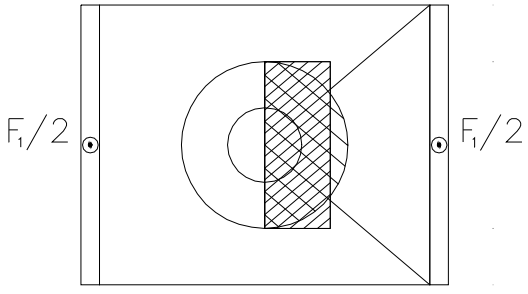


Bild 5: Lastfall F1 (Zug): Hebelarm und mitwirkende Breite beim Nachweis der Grundplatte (exemplarisch für Typ 89821)

Die Lastweiterleitung in den Rippenstab erfolgt über die Schweißnaht zwischen Rippenstab und Grundplatte. Der Nachweis der Schweißnaht erfolgt nach EN 1993-1-8, Ab. 4.5.3. Für den Rippenstab wird der Nachweis für die Zugbeanspruchung geführt.

- Druckbeanspruchung

Bei einer Druckbeanspruchung wird die Normalkraft im Pfosten direkt über Kontakt in die Grundplatte eingeleitet. Die Hirnholzfläche des Pfostens muss flächig auf der Grundplatte aufliegen.

Für den Holzquerschnitt wird die Tragfähigkeit bei Druckbeanspruchung parallel zur Faserrichtung berechnet. Die Verteilung der Auflagerpressung für den Typ 89821 ist in Bild 6 dargestellt.

Die Grundplatte des Pfostenträgers wird im Lastfall F_1 (Druck) auf Biegung beansprucht. Der Nachweis der Grundplatte auf Biegung wird nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5 geführt. Die dabei angesetzte Druckfläche und die Verteilung der Beanspruchung ist in Bild 6 definiert. Die Teildruckfläche A_1 wird mit einer konstanten Druckverteilung beansprucht, die Teildruckflächen A_2 und A_3 jeweils mit einer linear zum Rand hin abnehmenden Druckverteilung. Die Größe der Druckverteilung richtet sich nach der Tragfähigkeit des Holzquerschnittes bei Beanspruchung parallel zur Faserrichtung bzw. der plastischen Tragfähigkeit der Grundplatte bei Biegebeanspruchung; das Minimum aus den beiden Versagensmöglichkeiten ist dabei maßgebend.

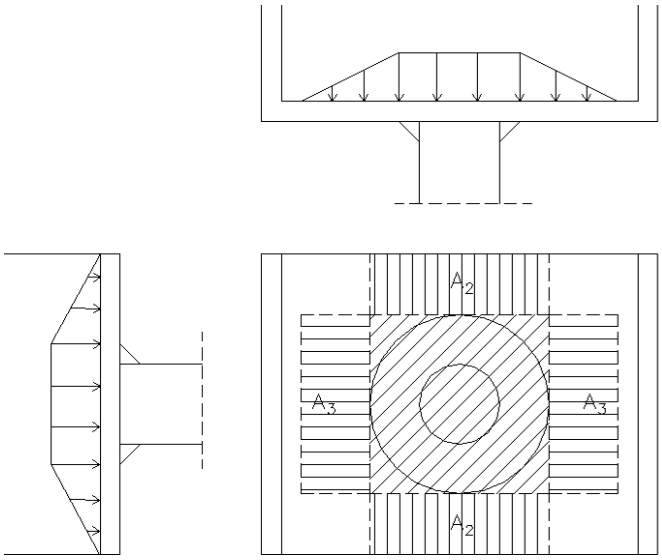


Bild 6: Lastfall F_1 (Druck): Druckfläche für den Nachweis der Grundplatte auf Biegung (exemplarisch für Typ 89821)

Für den Rippenstab wird der Nachweis der Beanspruchbarkeit auf Biegeknicken geführt. Die Knicklänge ergibt sich aus dem zweifachen Abstand zwischen der Unterkante der Grundplatte und dem Boden bzw. Untergrund (maximal 50 mm) zusätzlich dem Durchmesser des Rippenstabes (Bereich der Einspannung im Untergrund).

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_1: Ermittlung der Schraubentragfähigkeit	

F1: Schraubentragfähigkeit nach EN 1995-1-1:2010-12
Pfostenträger Typ U_81mm
Stahlblech-Holz-Verbindung (außenliegendes Stahlblech, einschnittige Verbindung)

Schrauben (vorgebohrt)

Schraubennenndurchmesser	$d = d_1 =$	10	mm	
Schraubenlänge	$L_1 =$	60	mm	DIN 571
Gewindelänge	$L_g =$	36	mm	DIN 571
Kopfdurchmesser	$d_K =$	17	mm	DIN 571
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k} =$	360	N/mm²	EC3, Tab.3.1
Anzahl Schrauben in einer Reihe in Faserrichtung	$n =$	1		
Winkel Schraubenachse und Faserrichtung	$\alpha =$	90		
Gewindeinnendurchmesser	$d_3 =$	7	mm	DIN 7998
wirksamer Durchmesser	$d_{ef} =$	7,7	mm	
Einbindelänge	$t_1 =$	56	mm	

Holz

Holzart		NH		
Festigkeitsklasse		C24		
charakteristische Rohdichte	$\rho_k =$	350	kg/m³	EN 338, Tab. 1
charakteristische Querdruckfestigkeit	$f_{c,90,k} =$	2,5	N/mm²	EN 338, Tab. 1
Winkel Kraft- und Faserrichtung	$\alpha =$	0	°	
Holzdicke (= Abstand Schenkel)	$t_1 =$	81	mm	

Stahlblech

Dicke (Schenkel)	$t =$	4	mm	

Rechenwerte

charakteristisches Fließmoment	$M_{y,Rk} =$	21792	Nmm	EC5, Gl.8.30
Beiwert	$k_{90} =$	1,50		EC5, Gl.8.33
charakteristische Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k} =$	25,83	N/mm²	EC5, Gl.8.31
wirksame Schraubenanzahl	$n_{ef} =$	1,00		EC5, Gl.8.34
Tragfähigkeit in Richtung der Schraubenachse	$F_{ax,Rk} =$	4487	N	

Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse

dünnes Stahlblech, außenliegend, einschnittig	$F_{v,Rk} =$	4455	N	EC5, GL.8.9(a)
	$F_{v,Rk} =$	4508	N	EC5, GL.8.9(b)
	maßg.: $F_{v,Rk} =$	4455	N	
dickes Stahlblech, außenliegend, einschnittig	$F_{v,Rk} =$	11138	N	EC5, GL.8.9(c)
	$F_{v,Rk} =$	6276	N	EC5, GL.8.9(d)
	$F_{v,Rk} =$	5910	N	EC5, GL.8.9(e)
	maßg.: $F_{v,Rk} =$	5910	N	
	maßg.: $F_{v,Rk} =$	**4455**	**N**	

zusätzlich noch zu berücksichtigen:	$\alpha = 0°$:	$n_{ef} =$	1,00	Reihe in FR!	EC5, Gl.8.34
	$\alpha = 90°$:	$n_{ef} = n =$	1,00	Reihe in FR!	EC5, Gl.8.35
	$0° < \alpha < 90°$:	$n_{ef} =$	1,00	Reihe in FR!	

Verbindungsmittelabstände und Verschiebungsmodul
Schraubenverbindung: Stahlblech-Holz-Verbindung (außenliegendes Stahlblech)

Mindestabstände nach EN 1995-1-1, Tab. 8.4

in Faserrichtung	a_1 =	50 mm
rechtwinklig zur Faserrichtung	a_2 =	40 mm
beanspruchtes Hirnholzende	$a_{3,t}$ =	80 mm
beanspruchter Rand	$a_{4,t}$ =	30 mm
unbeanspruchter Rand	$a_{4,c}$ =	30 mm
unbeanspruchtes Hirnholzende	$a_{3,c}$ =	40 mm

Verschiebungsmodul K_{ser} pro Scherfuge und pro Schraube nach EN 1995-1-1, Tab. 7.1

mittlere Rohdichte	ρ_{mean} =	420 kg/m³
Verschiebungsmodul	K_{ser} =	7485 N/mm

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_1: Nachweis der Lochleibungsfestigkeit im Stahl	

F_1: Lochleibungsfestigkeit im Stahl nach EN 1993-1-8:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Stahlblech-Holz-Verbindung (außenliegendes Stahlblech)

Verbindungsmittel

Durchmesser	d =	10	mm	
charakteristische Zugfestigkeit Verbindungsmittel	f_{ub} =	360	N/mm²	Teil 8, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit Stahl	f_u =	360	N/mm²	Teil 1, Tab.3.2

Stahlblech

Stahlblechdicke (Schenkel)	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	Teil 1, Tab.3.2

vorhandene Randabstände

Randabstand (VM beanspruchter Rand parallel zur Kraftrichtung)	e_1 =	15	mm	
Randabstand (VM beanspruchter Rand rechtwinklig zur Kraftrichtung)	e_2 =	15	mm	
Lochdurchmesser	d_0 =	11	mm	
Abstand (VM Minimalabstand)	L =	-	mm	
Abstand (VM untereinander rechtwinklig zur Kraftrichtung)	p_2 =	-	mm	
	α_b =	0,45		Teil 8, Tab.3.4
	k_1 =	2,12		Teil 8, Tab.3.4

Tragfähigkeit

Lochleibungsfestigkeit	$F_{b,R}$ =	**13864**	**N**	Teil 8, Tab.3.4
Grenzlochleibungskraft	$V_{l,R}$ =	**13864**	**N**	

Kontrolle der Randabstände

	min	vorh	max
e_1 =	13,2	15	56
e_2 =	13,2	15	56
$p_1 = L$ =	26,4	-	56
p_2 =	13,2	-	56

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_1: Nachweis der Schweißnaht, Bauteil-Nachweise	

F_1: Nachweis der Schweißnaht, Bauteil-Nachweise

Pfostenträger Typ U_81mm

Schweißnaht Anker an Grundplatte

Durchmesser Anker	d_R =	20	mm	
wirksame Schweißnahtdicke	a =	4,0	mm	
wirksame Schweißnahtlänge	l =	62,8	mm	
wirksame Kehlnahtfläche	A_w =	251,3	mm²	EC3-8, Ab.4.5.3.2
Korrelationsbeiwert	$ß_w$ =	0,8	für S235	EC3-8, Tab.4.1

Stahlblech (Schenkel)

Stahlblechdicke (Schenkel)	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	360	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
Breite Schenkel (= Breite Grundplatte)	b =	70	mm	
Lochdurchmesser	d_L =	11	mm	
Anzahl Löcher in einem Querschnitt	n =	1		
Ausrundungsradius	r =	3	mm	
Anzahl Schenkel	n_S =	2	mm	

Holzbauteil

Holzbreite (=Abstand Schenkel)	b =	81	mm	
Holzdicke	d =	120	mm	
Holzart		NH		
Festigkeitsklasse		C24		
charakteristische Rohdichte	$ρ_k$ =	350	kg/m³	EN 338, Tab. 1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{t,0,k}$ =	14,0	N/mm²	EN 338, Tab. 1
charakteristische Druckfestigkeit	$f_{c,0,k}$ =	21,0	N/mm²	EN 338, Tab. 1

Schrauben

Schraubendurchmesser	d =	10	mm	
Schraubenlänge	l =	60	mm	
Einbindelänge	l_{ef} =	56,0	mm	
Anzahl Löcher in einem Querschnitt	n =	2		

Bolzen

Lochdurchmesser	d_L =	11	mm	
Anzahl Löcher in einem Querschnitt	n =	1		

Schweißnahtnachweis nach EN 1993-1-8:2005-07

angesetzte Schweißnahtdicke	a_{ef} =	2,8	mm	DIN 18800-1, Gl. 4
Zugtragfähigkeit der Kehlnaht	$f_{vw,k}$ =	260	N/mm²	EC3-8, Gl.4.4
	$F_{w,R}$ =	**45708**	**N**	EC3-8, Gl.4.3

Zugtragfähigkeit der Stahlblech-Schenkel nach EN 1993-1-1:2005-07

plastische Beanspruchbarkeit im Bruttoquerschnitt:	F =	131600	N	EC3-1, Gl.6.6
Zugbeanspruchbarkeit im Nettoquerschnitt:	F =	152928	N	EC3-1, Gl.6.7
maßg.:	**F =**	**152928**	**N**	**$γ_m$ = 1,25**

Blaß & Eberhart GmbH - Ingenieurbüro für Baukonstruktionen - Pforzheimer Str. 15b - 76227 Karlsruhe - Tel. (0721) 464719-0 Fax (0721) 464719-29

Tragfähigkeit des Holzquerschnittes nach EN 1995-1-1:2010-12

Zugnachweis: Nettoquerschnittsfläche	A_{netto} =	8600 mm²	
Zugtragfähigkeit des Holzquerschnittes	$F_{1,z}$ =	**120400 N**	EC5, Gl.6.1
Drucknachweis: wirksame Auflagerfläche	A_{ef} =	3605 mm²	
Drucktragfähigkeit des Holzquerschnittes	$F_{1,D}$ =	**75705 N**	EC5, Gl.6.2

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_1: Nachweis des Ankers	

F_1: Nachweis des Ankers nach EN 1993-1-1:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Anker

Durchmesser	d_R =	20	mm	
freie Länge (OK Boden - UK Grundplatte)	L_R =	50	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	500	N/mm²	DIN 1045-1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	525	N/mm²	DIN 1045-1

Tragfähigkeit des Ankers nach EN 1993-1-1:2005-07

Tragfähigkeit des Ankers (Zug)

plastische Beanspruchbarkeit im Bruttoquerschnitt:	F =	157080	N	EC3-1, Gl.6.6
Zugbeanspruchbarkeit im Nettoquerschnitt:	F =	148440	N	EC3-1, Gl.6.7
maßg.:	**$F_{1,Z}$ =**	**148440**	**N**	

Tragfähigkeit des Ankers (Druck)

	ε =	0,7		
Schlankheitsgrad	λ_1 =	64,4		
Trägheitsradius	i_y =	5,0	mm	Kreisquerschnitt
bezogener Schlankheitsgrad	$\overline{\lambda}$ =	0,43		EC3-1, Gl.6.50
Beiwert	Φ =	0,65		EC3-1, Gl.6.49
Knickbeiwert	χ =	0,88		EC3-1, Gl.6.49
Beanspruchbarkeit auf Biegeknicken	N_b =	138021	N	EC3-1, Gl.6.47
maßg.:	**$F_{1,D}$ =**	**138021**	**N**	

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_1: Nachweis der Grundplatte	

F_1: Nachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Holz

charakteristische Druckfestigkeit		$f_{c,0,k}$ =	21 N/mm²	

Anker / Schweißnaht

Durchmesser Anker		d_R =	20 mm	
wirksame Schweißnahtdicke		a =	4,0 mm	

Stahlblech

Stahlblechdicke		t =	4 mm	
charakteristische Streckgrenze		$f_{y,k}$ =	235 N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit		$f_{u,k}$ =	360 N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
Breite der Grundplatte (= Breite Schenkel)		b =	70 mm	
Länge der Grundplatte (= Abstand Schenkel)		l =	81 mm	

F_1: Nachweis der Grundplatte bei Zugbeanspruchung

Spannungsnachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Einflußbreite	$b' = d_R + 2 \cdot 2^{0,5} \cdot a$ =		31 mm	≤ b
Hebelarm		e =	28 mm	
plastisches Widerstandsmoment		$W_{y,pl}$ =	125 mm³	
		$F_{1,z}$ =	**4175 N**	EC3-1, Gl. 6.12
Kontrolle Schubtragfähigkeit		$V_{pl,Rd}$ =	15449 N	EC3-1, Gl. 6.18
		ρ =	0,27	
		Keine Abminderung erforderlich		

F_1: Nachweis der Grundplatte bei Druckbeanspruchung

Spannungsnachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Berechnung der idealen Länge		b_{ideal} =	64,1 mm	
Einflußbreite	$b' = d_R + 2 \cdot 2^{0,5} \cdot a$ =		31 mm	≤ b
Druck über Kontakt		F_{1k} =	20592 N	
Druck über Biegung		F_{2k} =	5388 N	
		F_{3k} =	5388 N	
Widerstand über Biegung		F_{R2k} =	5388 N	EC3-1, Gl. 6.12
		F_{R3k} =	5388 N	EC3-1, Gl. 6.12
		$F_{1,D}$ =	**42145 N**	

3.3 Berechnung Lastfall F_2 / F_3

Beim Lastfall F_2 / F_3 wird eine Horizontalkraft parallel zu den Seitenlaschen des Pfostenträgers eingeleitet.

Der Pfosten wird dabei auf Querzug und Schub beansprucht, die Verbindungsmittel auf Abscheren. Aufgrund der einzuhaltenden Rand- und Zwischenabstände von Schrauben nach EN 1995-1-1, Tab. 8.4 dürfen beim Typ U mit Riffeldolle im Lastfall F_2 / F_3 nur die beiden obersten Holzschrauben 10x60 mm zur Berechnung der Tragfähigkeit der Stahlblech-Holz-Verbindung berücksichtigt werden. Die Berechnung der Tragfähigkeit der Holzschrauben-Verbindung bei Beanspruchung auf Abscheren (einschnittige Stahlblech-Holz-Verbindung mit außenliegendem Stahlblech) erfolgt nach EN 1995-1-1, Ab. 8.7.1.

Die Stahllaschen werden im Lastfall F_2 / F_3 auf Lochleibung und Biegung beansprucht. Die Beanspruchbarkeit einzelner Verbindungsmittel mit Scherbeanspruchung auf Lochleibung (Grenzlochleibungskraft $F_{b,Rd}$) wird nach EN 1993-1-8, Tab. 3.4 bestimmt.

Die Stahllaschen werden nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5 auf Biegung nachgewiesen. Dabei wird der Angriffspunkt der Horizontallast F_2 / F_3 in der Ebene der Verbindungsmittelreihe angesetzt, welche rechnerisch für die Tragfähigkeit der Verbindungsmittel angesetzt werden. Da beim Typ 89821 im Lastfall F_2 / F_3 aufgrund der einzuhaltenden Rand- und Zwischenabstände nur die beiden obersten Holzschrauben 10x60 mm zur Berechnung der Tragfähigkeit der Stahlblech-Holz-Verbindung berücksichtigt werden dürfen, beträgt der Hebelarm der Horizontallast F_2 / F_3 für den Nachweis der Stahllaschen auf Biegung e = 85 mm (Bild 7).

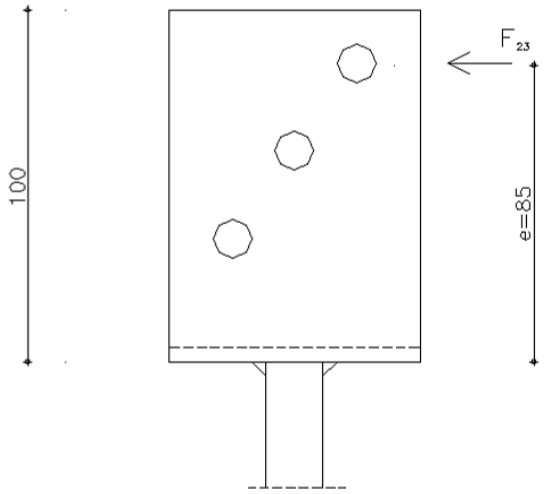


Bild 7: Lastfall F_2 / F_3: Hebelarm beim Nachweis der Stahllaschen (exemplarisch für Typ 89821)

Die Grundplatte des Pfostenträgers wird im Lastfall F_2 / F_3 auf Biegung bzw. Torsion beansprucht. Der Nachweis der Grundplatte erfolgt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5. Dabei wird die Momentenbeanspruchung, resultierend aus der Horizontalkraft F_2 / F_3 und dem zugehörigen Hebelarm, für jede Stahllasche in ein Kräftepaar (Zugkraft Z und Druckkraft D) aufgeteilt. Der Hebelarm für das Kräftepaar (=Abstand zwischen Zug- und Druckkraft) entspricht 2/3 der Breite b der Grundplatte. Das Kräftepaar beansprucht die Grundplatte auf Biegung. Für den Nachweis der Grundplatte auf Bie-

gung wird der zugehörige Hebelarm bestimmt. Dieser entspricht dem Abstand der Druck- bzw. Zugkraft von dem maßgebenden Schnitt in der Grundplatte. Für das plastische Widerstandsmoment der Grundplatte wird die mitwirkende Breite (Einflussbreite) berücksichtigt (Bild 8).

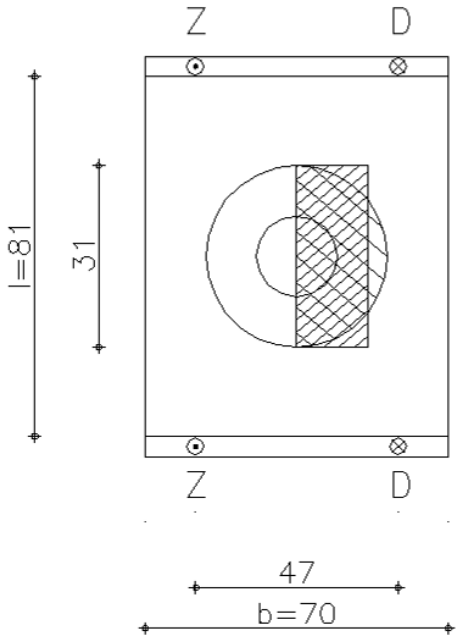


Bild 8: Lastfall F_2 / F_3: Hebelarm und mitwirkende Breite beim Nachweis der Grundplatte (exemplarisch für Typ 89821)

Die Lastweiterleitung erfolgt von der Grundplatte über die Schweißnaht in den Rippenstab, welcher auf Biegung und Querkraft beansprucht wird. Der Nachweis der Schweißnaht erfolgt nach EN 1993-1-8, Ab. 4.5.3.

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{23}: Ermittlung der Schraubentragfähigkeit	

F_{23}: Schraubentragfähigkeit nach EN 1995-1-1:2010-12

Pfostenträger Typ U_81mm

Stahlblech-Holz-Verbindung (außenliegendes Stahlblech, einschnittige Verbindung)

Schrauben (vorgebohrt)

Schraubennenndurchmesser	$d = d_1 =$	10	mm	
Schraubenlänge	$L_1 =$	60	mm	DIN 571
Gewindelänge	$L_g =$	36	mm	DIN 571
Kopfdurchmesser	$d_K =$	17	mm	DIN 571
Gewindekerndurchmesser	$d_3 =$	7	mm	DIN 7998
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k} =$	360	N/mm²	EC3, Tab.3.1
Anzahl Schrauben in einer Reihe in Faserrichtung	$n =$	1		
Winkel Schraubenachse und Faserrichtung	$\alpha =$	90		

Holz

Holzart		NH		
Festigkeitsklasse		C24		
charakteristische Rohdichte	$\rho_k =$	350	kg/m³	
charakteristische Querdruckfestigkeit	$f_{c,90,k} =$	2,5	N/mm²	
Winkel Kraft- und Faserrichtung	$\alpha =$	90	°	
Holzdicke (= Abstand Schenkel)	$t_1 =$	81	mm	

Stahlblech

Dicke (Schenkel)	$t =$	4	mm	

Rechenwerte

wirksamer Durchmesser	$d_{ef} =$	7,7	mm	
Einbindelänge	$l_{ef} =$	56	mm	
charakteristisches Fließmoment	$M_{y,Rk} =$	21792	Nmm	EC5, Gl.8.30
Beiwert	$k_{90} =$	1,50		EC5, Gl.8.33
charakteristische Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k} =$	17,22	N/mm²	EC5, Gl.8.31
wirksame Schraubenanzahl	$n_{ef} =$	1,00		EC5, Gl.8.34
Tragfähigkeit in Richtung der Schraubenachse	$F_{ax,Rk} =$	4487	N	

Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse

dünnes Stahlblech, außenliegend, einschnittig	$F_{v,Rk} =$	2970	N	EC5, GL.8.9(a)
	$F_{v,Rk} =$	3886	N	EC5, GL.8.9(b)
	maßg.: $F_{v,Rk} =$	2970	N	
dickes Stahlblech, außenliegend, einschnittig	$F_{v,Rk} =$	7425	N	EC5, GL.8.9(c)
	$F_{v,Rk} =$	4734	N	EC5, GL.8.9(d)
	$F_{v,Rk} =$	5031	N	EC5, GL.8.9(e)
	maßg.: $F_{v,Rk} =$	4734	N	
	maßg.: $F_{v,Rk} =$	**2970**	**N**	

zusätzlich noch zu berücksichtigen:	$\alpha = 0°$:	$n_{ef} =$	1,00	Reihe in FR !	EC5, Gl.8.34
	$\alpha = 90°$:	$n_{ef} = n =$	1,00	Reihe in FR !	EC5, Gl.8.35
	$0° < \alpha < 90°$:	$n_{ef} =$	1,00	Reihe in FR !	

Blaß & Eberhart GmbH - Ingenieurbüro für Baukonstruktionen - Pforzheimer Str. 15b - 76227 Karlsruhe - Tel. (0721) 464719-0 Fax (0721) 464719-29

Verbindungsmittelabstände und Verschiebungsmodul
Schraubenverbindung: Stahlblech-Holz-Verbindung (außenliegendes Stahlblech)

Mindestabstände nach EN 1995-1-1, Tab. 8.4

in Faserrichtung	a_1 =	40 mm
rechtwinklig zur Faserrichtung	a_2 =	40 mm
beanspruchtes Hirnholzende	$a_{3,t}$ =	80 mm
beanspruchter Rand	$a_{4,t}$ =	40 mm
unbeanspruchter Rand	$a_{4,c}$ =	30 mm
unbeanspruchtes Hirnholzende	$a_{3,c}$ =	70 mm

Verschiebungsmodul K_{ser} pro Scherfuge und pro Schraube nach EN 1995-1-1, Tab. 7.1

mittlere Rohdichte	ρ_{mean} =	420 kg/m³
Verschiebungsmodul	K_{ser} =	7485 N/mm

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{23}: Nachweis der Querzugfestigkeit im Holz	

F23: Beanspruchbarkeit auf Querzug im Holz nach EN 1995-1-1:2010-12

Pfostenträger Typ U_81mm

Holz

Holzart		NH	
Festigkeitsklasse		C24	
charakteristische Rohdichte	ρ_k =	350	kg/m³
charakteristische Querzugfestigkeit	$f_{t,90,k}$ =	0,5	N/mm²
Winkel Kraft- und Faserrichtung	α =	90	°
Holzdicke (= Abstand Schenkel)	b =	81	mm
Holzbreite	h =	120	mm
Breite Schenkel	$b_{schenkel}$ =	70	mm
Abstand entferntestes VM (Stahlblechrand)	a =	15	mm
Abstand entferntestes Verbindungsmittel (Holzranc	h_e =	80	mm

Tragfähigkeit

Beanspruchbarkeit auf Querzug	$F_{90,Rk}$ =	**17568**	**N**

EC5, Gl.8.4

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{23}: Nachweis der Lochleibungsfestigkeit im Stahl	

F_{23}: Lochleibungsfestigkeit im Stahl nach EN 1993-1-8:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Stahlblech-Holz-Verbindung (außenliegendes Stahlblech)

Verbindungsmittel

Durchmesser	d =	10	mm	
charakteristische Zugfestigkeit Verbindungsmittel	f_{ub} =	360	N/mm²	Teil 8, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit Stahl	f_u =	360	N/mm²	Teil 1, Tab.3.2

Stahlblech

Stahlblechdicke (Schenkel)	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	Teil 1, Tab.3.2

Randabstände

Randabstand (VM beanspruchter Rand parallel zur Kraftrichtung)	e_1 =	15	mm	
Randabstand (VM beanspruchter Rand rechtwinklig zur Kraftrichtung	e_2 =	15	mm	
Lochdurchmesser	d_0 =	11	mm	
Abstand (VM Minimalabstand)	L =	-	mm	
Abstand (VM untereinander rechtwinklig zur Kraftrichtung)	p_2 =	-	mm	
	α_b =	0,45		Teil 8, Tab.3.4
	k_1 =	2,12		Teil 8, Tab.3.4

Tragfähigkeit

Lochleibungsfestigkeit	$F_{b,R}$ =	**13864**	**N**	Teil 8, Tab.3.4
Grenzlochleibungskraft	$V_{l,R}$ =	**13864**	**N**	

Kontrolle der Randabstände

	min	vorh	max
e_1 =	13,2	15	56
e_2 =	13,2	15	56
$p_1 = L$ =	26,4	-	56
p_2 =	13,2	-	56

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{23}: Nachweis des Stahlbleches	

F_{23}: Nachweis des Stahlbleches nach EN 1993-1-1:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Stahlblech

Stahlblechdicke	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	360	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
Breite des Schenkels (= Breite Grundplatte)	b_S =	70	mm	
Breite der Grundplatte (= Breite Schenkel)	b_G =	70	mm	
Länge der Grundplatte (= Abstand Schenkel)	l =	81	mm	
Hebelarm	e =	87	mm	

(Abstand oberste Verbindungsmittelreihe bis zur Mitte der Grundplatte)

Anker / Schweißnaht

Durchmesser Anker	d_R =	20	mm	
wirksame Schweißnahtdicke	a =	4,0	mm	

Spannungsnachweis des Schenkels nach EN 1993-1-1:2005-07

plastisches Widerstandsmoment (pro Schenkel)	$W_{y,pl}$ =	4900	mm³	
	F_{23} =	**26471**	**N**	EC3-1, Gl. 6.12

Spannungsnachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Einflußbreite	b_{ef} =	31	mm	
Hebelarm	e =	11	mm	
plastisches Widerstandsmoment (Grundplatte)	$W_{y,pl}$ =	125	mm³	
	F_{23} =	**2861**	**N**	EC3-1, Gl. 6.12
Kontrolle Schubtragfähigkeit	$V_{pl,Rd}$ =	15449	N	EC3-1, Gl. 6.18
	ρ =	0,19		
	Keine Abminderung erforderlich			

Spannungsnachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07
Biegung um Achse parallel zum Schenkel

Einflußbreite	b_{ef} =	18	mm	
Hebelarm	e =	25	mm	
plastisches Widerstandsmoment (Grundplatte)	$W_{y,pl}$ =	70	mm³	
	F_{23} =	**1421**	**N**	EC3-1, Gl. 6.12
Kontrolle Schubtragfähigkeit	$V_{pl,Rd}$ =	8634	N	EC3-1, Gl. 6.18
	η =	0,16		
	Keine Abminderung erforderlich			

Spannungsnachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07
Torsion

Einflußbreite	b_{ef} =	70	mm	
Hebelarm	e =	87	mm	
plastisches Widerstandsmoment (Grundplatte)	W_T =	373	mm³	
	F_{23} =	**1163**	**N**	EC3-1, Gl. 6.12
maßgebend:	**F_{23} =**	**1421**	**N**	

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{23}: Nachweis der Schweißnaht und des Ankers	

F_{23}: Nachweis der Schweißnaht und des Ankers

Pfostenträger Typ U_81mm

Schweißnaht Anker an Grundplatte

Durchmesser Anker	d_R =	20	mm	
wirksame Schweißnahtdicke	a =	4,0	mm	
wirksame Schweißnahtlänge	l =	62,8	mm	
angesetzte Schweißnahtdicke	a_{ef} =	2,8	mm	DIN 18800 Teil 1, Gl. 4
wirksame Kehlnahtfläche	a_w =	175,9	mm²	EC3-8, Ab.4.5.3.2
Flächenmoment 2. Grades	I_w =	8969	mm⁴	
Korrelationsbeiwert	$ß_w$ =	0,8	für S235	EC3-8, Tab.4.1

Grundplatte

Stahlblechdicke (Grundplatte)	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	360	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
Abstand UK Grundplatte und Boden	e_1 =	50	mm	
Abstand UK Grundplatte und oberste VM-Reihe	e_2 =	85	mm	

Anker

Hebelarm	e´=	155	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	500	N/mm²	DIN 1045-1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	525	N/mm²	DIN 1045-1

Schweißnahtnachweis nach EN 1993-1-8:2005-07

Versagen durch Spannungskombination	F_{23} =	4673	N	EC3-8, Gl.4.1
Versagen durch Ausreißen	F_{23} =	3419	N	EC3-8, Gl.4.1
	$F_{w,R}$ =	**3419**	**N**	

Tragfähigkeit des Ankers nach EN 1993-1-1:2005-07

Tragfähigkeit des Ankers (Biegung und Querkraft)	$M_{pl,Rk}$ =	666667	Nmm	EC3-1, Gl. 6.12
	F_{23} =	**4301**	**N**	
Kontrolle Schubtragfähigkeit	$V_{pl,Rd}$ =	78861	N	EC3-1, Gl. 6.18
	ρ =	0,05		
	Keine Abminderung erforderlich			

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{23}: Nachweis der Schubfestigkeit im Holz	

F_{23}: Schubbeanspruchbarkeit nach EN 1995-1-1:2010-12

Pfostenträger Typ U_81mm

Holz

Holzart		NH	
Festigkeitsklasse		C24	
charakteristische Rohdichte	ρ_k =	350 kg/m³	EN 338, Tab. 1
charakteristische Schubfestigkeit	$f_{v,k}$ =	4 N/mm²	EN 338, Tab. 1
	k_{cr} =	0,5	EC 5 + NA
Querschnittsfläsche	A_{netto} =	8600 mm²	

Tragfähigkeit

Beanspruchbarkeit auf Schub	**F_{23} =**	**11467 N**	EC5, Gl.6.13

3.4 Berechnung Lastfall F_4 / F_5

Beim Lastfall F_4 / F_5 wird eine Horizontalkraft rechtwinklig zu den Seitenlaschen des Pfostenträgers eingeleitet.

Der Pfosten wird dabei auf Querdruck und Schub beansprucht. Der Nachweis auf Querdruck wird nach EN 1995-1-1, Ab. 6.1.5 geführt, der Nachweis auf Schub gemäß EN 1995-1-1, Ab. 6.1.7. Die Stahllaschen werden im Lastfall F_4 / F_5 auf Biegung beansprucht. Der Nachweis der Stahllaschen erfolgt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5. Der Angriffspunkt der Horizontallast F_4 / F_5 sowie der querdruckbeanspruchte Bereich des Holzbauteils werden mit Hilfe eines Stabwerkprogramms ermittelt.

Die Grundplatte des Pfostenträgers wird im Lastfall F_4 / F_5 auf Biegung beansprucht. Der Nachweis der Grundplatte auf Biegung erfolgt nach EN 1993-1-1, Ab. 6.2.5. Dabei werden zwei Schnitte untersucht: an der Stelle der Stahllaschen sowie ausgehend vom Ausbreitungswinkel der Last von den Stahllaschen zum Rippenstab hin an dem maßgebenden Schnitt unter Ansatz einer mitwirkenden Breite (Einflussbreite).

Die Lastweiterleitung erfolgt von der Grundplatte über die Schweißnaht in den Rippenstab, welcher auf Biegung und Querkraft beansprucht wird. Der Nachweis der Schweißnaht erfolgt nach EN 1993-1-8, Ab. 4.5.3.

Die Beanspruchbarkeit der Pfostenträger bei Beanspruchung im Lastfall F_4 / F_5 wird u.a. mit Hilfe eines Stabwerkprogramms ermittelt. Der Pfostenträger, die Verbindungsmittel sowie der druckbeanspruchte Holzbereich werden dabei wie nachfolgend beschrieben modelliert.

3.4.1 Modellierung

An jeder Stelle des Pfostenträgers, an der der Querschnitt sich ändert, wird ein Knoten eingeführt. Die sich ändernden Querschnittswerte werden pro Stab berücksichtigt. Der Lochabzug erfolgt über die gesamte Länge des betroffenen Stabes mit dem vollen Durchmesser (entspricht einem Quadrat mit der Seitenlänge a = ∅ Verbindungsmittelloch). Die Kraft wird zentral im Mittelpunkt des Verbindungsmittelloches eingeleitet. Die Verbindungsmittel werden durch Federn simuliert. Für die Beanspruchung auf Abscheren werden Querkraftfedern angesetzt, für die Beanspruchung auf Herausziehen Normalkraftfedern.

3.4.2 Federkonstanten

Für Bolzen und Schrauben werden die Federkonstanten für Beanspruchung auf Abscheren mittels der in EN 1995-1-1, Ab. 7.1 angegebenen Rechenwerte (Mittelwerte) für die Verschiebungsmoduln K_{ser} von Verbindungsmitteln in Anschlüssen berechnet. Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind die Steifigkeitskennwerte durch den Teilsicherheitsbeiwert γ_M zu teilen. Dabei ist der Mittelwert anzunehmen zu:

$$K_{u,mean} = \frac{2}{3} \cdot K_{ser} \qquad (61)$$

Der Verschiebungsmodul K_{ser} berechnet sich nach 1995-1-1, Tab. 7.1 für einenh Stahlblech-Holz-Anschluss mit Bolzen oder Schrauben zu:

$$K_{ser} = 2 \cdot \frac{\rho_m^{1,5}}{23} \cdot d \qquad (62)$$

Mit:

d Durchmesser des Verbindungsmittels in mm

ρ_m mittlere Rohdichte in kg/m³

Somit ergibt sich:

$$K_{ser} = 7485 \ \text{N/mm} \ (\text{für d = 10 mm und } \rho_m = 420 \ \text{kg/m}^3) \qquad (63)$$

Die Federkonstante für die Beanspruchung von Schrauben auf Herausziehen wird gemäß den Angaben in „Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau, Band 4", Gleichung 12 bestimmt:

$$K_{ax} = 234 \cdot (\rho_m \cdot d)^{0,2} \cdot \ell_s^{0,4} \qquad (64)$$

Mit:

d Schraubendurchmesser in mm

ρ_m mittlere Rohdichte in kg/m³

ℓ_s Länge des im Holz eingedrehten Gewindebereiches in mm

Somit ergibt sich:

$$K_{ax} = 5205 \ \text{N/mm} \ (\text{für d = 10 mm, } \rho_m = 420 \ \text{kg/m}^3, \ \ell_s = 36 \ \text{mm}) \qquad (65)$$

Für Bolzen wird bei Beanspruchung auf Zug keine Federkonstante angesetzt.

3.4.3 Bettung

Überall dort, wo sich durch die Belastung des Pfostenträgers Verformungen ergeben, die eine Eindrückung des Stahlteiles in das Holz verursachen, wird eine Querbettung des entsprechenden Stabes eingeführt. Die Bettung wird mit einem von der Breite des gedrückten Bereiches abhängigen Rechenwert angesetzt. Der eingesetzte Wert resultiert aus Spannungs-Stauchungs-Linien für rechtwinklig zur Faser auf Druck beanspruchte Holzproben nach Suenson (1938). Für eine nicht vollflächig belastete Probe kann man demnach bei einer Druckspannung von 4 N/mm² mit einer Stauchung von etwa 2 % rechnen. Für einen Querschnitt mit der Stärke von b = 100 mm ergibt sich nach Suenson eine Stauchung von 2 mm. Die Bettungsziffer beträgt dann

$$k_s = \frac{\sigma}{s} = \frac{4}{2} = 2 \ \text{N/mm}^3 \qquad (66)$$

Diese Bettungsziffer wird bei allen untersuchten Fällen zugrunde gelegt.

Eine direkte Bettung von ganzen Stäben mit der gefundenen Bettungsziffer ist nur dort möglich, wo die Kraftschlüssigkeit zwischen Holz und Verbindungsmittel nicht durch diese Bettung gefährdet wird. In allen anderen Fällen werden bei Druckbeanspruchung des Holzes anstelle einer direkten Bettung kurze querkraftfreie Hilfsstäbe zwischen Holz und Stahlteil eingeführt.

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{45}: Nachweis der Grundplatte	

F_{45}: Nachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Stahlblech

Stahlblechdicke	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	360	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
Breite des Schenkels (= Breite Grundplatte)	b_S =	70	mm	
Breite der Grundplatte (= Breite Schenkel)	b_G =	70	mm	
Länge der Grundplatte (= Abstand Schenkel)	l =	81	mm	

Anker / Schweißnaht

Durchmesser Anker	d_R =	20	mm	
wirksame Schweißnahtdicke	a =	4,0	mm	

Nachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Nachweis am Schenkel

bezogenes Moment am Schenkel	M_{ed} =	8299,9	Nmm	
bezogene Normalkraft am Schenkel	N_{ed} =	749	N	
bezogene Breite	b_{ef} =	70	mm	
plastische Normalkraftbeanspruchbarkeit	$N_{pl,Rk}$ =	65800	N	EC3-1, Gl. 6.6
plastische Biegebeanspruchbarkeit	$M_{pl,Rk}$ =	65800	Nmm	EC3-1, Gl. 6.12
Ausnutzung	ρ =	0,13		EC3-1, Gl. 6.32
	F_{45} =	**7927**	**N**	

Nachweis am Rippenstab

bezogenes Moment am Schenkel	M_{ed} =	4638	Nmm	
bezogene Normalkraft am Schenkel	N_{ed} =	279	N	
bezogene Breite	b_{ef} =	31	mm	
plastische Normalkraftbeanspruchbarkeit	$N_{pl,Rk}$ =	29435	N	EC3-1, Gl. 6.6
plastische Biegebeanspruchbarkeit	$M_{pl,Rk}$ =	29435	Nmm	EC3-1, Gl. 6.12
Ausnutzung	ρ =	0,16		EC3-1, Gl. 6.32
	F_{45} =	**6346**	**N**	

maßg. F_{45} = 6346 N

Blaß & Eberhart GmbH - Ingenieurbüro für Baukonstruktionen - Pforzheimer Str. 15b - 76227 Karlsruhe - Tel. (0721) 464719-0 Fax (0721) 464719-29

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{45}: Nachweis der Schweißnaht und des Ankers	

F_{45}: Nachweis der Schweißnaht und des Ankers

Pfostenträger Typ U_81mm

Schweißnaht Anker an Grundplatte

Durchmesser Anker	d_R =	20	mm	
wirksame Schweißnahtdicke	a =	4,0	mm	
wirksame Schweißnahtlänge	l =	62,8	mm	
angesetzte Schweißnahtdicke	a_{ef} =	2,8	mm	DIN 18800 Teil 1, Gl. 4
wirksame Kehlnahtfläche	a_w =	175,9	mm²	EC3-8, Ab.4.5.3.2
Flächenmoment 2. Grades	I_w =	8969	mm⁴	
Korrelationsbeiwert	β_w =	0,8	für S235	EC3-8, Tab.4.1

Grundplatte

Stahlblechdicke (Grundplatte)	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	360	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1

Anker

bezogenes Moment an Einspannung	M_{ed} =	59804	Nmm	
bezogene Querkraft an Einspannung	V_{ed} =	1000	N	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	500	N/mm²	DIN 1045-1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	525	N/mm²	DIN 1045-1

Schweißnahtnachweis nach EN 1993-1-8:2005-07

bezogenes Moment an Schweißnaht	M_{ed} =	8196	Nmm	
bezogene Querkraft an Schweißnaht	V_{ed} =	1000	N	
Versagen durch Spannungskombination	F_{45} =	33501	N	EC3-8, Gl.4.1
Versagen durch Ausreißen	F_{45} =	35455	N	EC3-8, Gl.4.1
	$F_{w,R}$ =	**33501**	**N**	

Tragfähigkeit des Ankers nach EN 1993-1-1:2005-07

Tragfähigkeit des Ankers (Biegung und Querkraft)	$M_{pl,Rk}$ =	666667	Nmm	EC3-1, Gl. 6.12
	F_{45} =	11148	N	
Kontrolle Schubtragfähigkeit	$V_{pl,Rd}$ =	78861	N	EC3-1, Gl. 6.18
	η =	0,14		
	F_{45} =	**11148**	**N**	

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{45}: Nachweis der Schubfestigkeit im Holz	

F_{45}: Schubbeanspruchbarkeit nach EN 1995-1-1:2010-12

Pfostenträger Typ U_81mm

Holz

Holzart		NH	
Festigkeitsklasse		C24	
charakteristische Rohdichte	ρ_k =	350 kg/m³	EN 338, Tab. 1
charakteristische Schubfestigkeit	$f_{v,k}$ =	4 N/mm²	EN 338, Tab. 1
	k_{cr} =	0,5	EC 5 + NA
Querschnittsfläsche	A_{netto} =	8600 mm²	

Tragfähigkeit

Beanspruchbarkeit auf Schub	**F_{45} =**	**11467 N**	EC5, Gl.6.13

Blaß & Eberhart GmbH - Ingenieurbüro für Baukonstruktionen - Pforzheimer Str.15b - 76227 Karlsruhe - Tel. (0721) 464719-0 Fax (0721) 464719-29

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	F_{45}: Nachweis Querdruck und VM	

F_{45}: Nachweis der Grundplatte nach EN 1993-1-1:2005-07

Pfostenträger Typ U_81mm

Holz

charakteristische Druckfestigkeit	$f_{c,90,k}$ =	2,5	N/mm²	
Querdruckbeiwert	$k_{c,90}$ =	1,0		

Stahlblech

Stahlblechdicke	t =	4	mm	
charakteristische Streckgrenze	$f_{y,k}$ =	235	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
charakteristische Zugfestigkeit	$f_{u,k}$ =	360	N/mm²	EC3-1, Tab.3.1
Breite des Schenkels (= Breite Grundplatte)	b_S =	70	mm	
Breite der Grundplatte (= Breite Schenkel)	b_G =	70	mm	
Länge der Grundplatte (= Abstand Schenkel)	l =	81	mm	

Querdruck-Nachweis Pfosten

bezogene Normalkraft Querdruck-Stab	N_{ed} =	445,8	N
Höhe Einzugsbereich	h =	16	mm
Beanspruchbarkeit auf Querdruck	F_{45} =	6183	N
Höhe der Querdruckfläche (dreiecksverteilt)	h =	67	mm
bezogene Breite	b_{ef} =	70	mm
effektive Querdruckfläche	A_{ef} =	2345	mm²
Beanspruchbarkeit auf Querdruck	F_{45} =	5863	N
maßgebend:	**F_{45} =**	**5863**	**N**

Nachweis der Verbindungsmittel

bezogene Normalkraft am VM	N_{ed} =	328	N
bezogene Querkraft am VM	V_{ed} =	122	N
Nachweis der axialen Tragfähigkeit	η =	0,07	
Nachweis der Abschertragfähigkeit	η =	0,03	
kombinierter Nachweis	η =	0,01	
Beanspruchbarkeit	**F_{45} =**	**13679**	**N**

Blaß & Eberhart - Ingenieurbüro für Baukonstruktionen - Pforzheimer Str.15b - 76227 Karlsruhe - Tel. (0721) 464719-0 Fax (0721) 464719-29

Statische Berechnung Pfostenträger		
1066_Gutzeit	Zusammenfassung	

Pfostenträger Typ U_81mm
Tragfähigkeit

F_1 (Druck): charakteristische Tragfähigkeitswerte

Drucktragfähigkeit Holzquerschnitt		75705 N	γ_m = 1,30
Tragfähigkeit Grundplatte (Biegung)		42145 N	$\gamma_{m,0}$ = 1,10
Tragfähigkeit Rippenstab (Druck)		138021 N	$\gamma_{m,1}$ = 1,10
maßg. Holz:	$F_{1,Holz}$ =	75705 N	
maßg. Stahl	$F_{1,Stahl}$ =	42145 N	
maßg.:	**$F_{1,Druck}$ =**	**42145 N**	

F_1 (Zug): charakteristische Tragfähigkeitswerte

		Anzahl VM	Anzahl SF	
Schraubentragfähigkeit (n=2)	8910 N	n = 2	1	γ_m = 1,30
Lochleibung Stahl	27729 N			$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Tragfähigkeit Stahlblech-Schenkel	152928 N			$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Zugtragfähigkeit Holzquerschnitt	120400 N			γ_m = 1,30
Tragfähigkeit Schweißnaht	45708 N			$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Tragfähigkeit Rippenstab (Zug)	148440 N			$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Tragfähigkeit Grundplatte (Biegung)	4175 N			$\gamma_{m,0}$ = 1,10
maßg. Holz:	$F_{1,Holz}$ =	8910 N		
maßg. Stahl	$F_{1,Stahl}$ =	4175 N		
maßg.:	**$F_{1,Zug}$ =**	**4175 N**		

Blaß & Eberhart GmbH· Ingenieurbüro für Baukonstruktionen - Pforzheimer Str.15b - 76227 Karlsruhe - Tel. (0721) 464719-0 Fax (0721) 464719-29

F_{23}: charakteristische Tragfähigkeitswerte

		Anzahl VM	Anzahl SF	
Schraubentragfähigkeit	5940 N	n = 2	1	γ_m = 1,30
Lochleibung Stahl	27729 N			$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Querzugnachweis Holz	17568 N			γ_m = 1,30
Tragfähigkeit Schenkel	26471 N			$\gamma_{m,0}$ = 1,10
Tragfähigkeit Grundplatte	1421 N			$\gamma_{m,0}$ = 1,10
Tragfähigkeit Schweißnaht	3419 N			$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Tragfähigkeit Rippenstab	4301 N			$\gamma_{m,0}$ = 1,10
Schubtragfähigkeit Holzquerschnitt	11467 N			γ_m = 1,30

maßg. Holz:	$F_{23,Holz}$ =	5940 N
maßg. Stahl	$F_{23,Stahl}$ =	1421 N
maßg.:	**F_{23} =**	**1421 N**

F_{45}: charakteristische Tragfähigkeitswerte

Tragfähigkeit Verbindungsmittel(R-Stab)	13679 N	γ_m = 1,30
Querdrucknachweis Holz (R-Stab)	5863 N	γ_m = 1,30
Tragfähigkeit Schenkel (R-Stab)	7927 N	$\gamma_{m,0}$ = 1,10
Tragfähigkeit Schweißnaht	33501 N	$\gamma_{m,2}$ = 1,25
Tragfähigkeit Rippenstab	11148 N	$\gamma_{m,0}$ = 1,10
Tragfähigkeit Grundplatte	6346 N	$\gamma_{m,0}$ = 1,00
Schubtragfähigkeit Holzquerschnitt	11467 N	γ_m = 1,30

maßg. Holz:	$F_{45,Holz}$ =	5863 N
maßg. Stahl	$F_{45,Stahl}$ =	6346 N
maßg.:	**F_{45} =**	**5863 N**

Ergebnisse Pfostenträger

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse aus der Berechnung der Tragfähigkeit der Pfostenträger dargestellt (Tabelle 4). Voraussetzung für die Anwendung der Tragfähigkeitswerte ist die Einhaltung der Angaben in Tabelle 3. Die Konstruktionszeichnungen sind im Anhang wiedergegeben.

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit im Versagensfall des Holzbauteiles bzw. der Verbindung berechnet sich gemäß EN 1995-1-1, Ab. 2.4 nach folgender Gleichung zu:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} \qquad (67)$$

Mit:

R_k charakteristischer Wert der Tragfähigkeit des Holzbauteils bzw. der Verbindung in kN

k_{mod} Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für Baustoffeigenschaften bzw. Beanspruchbarkeiten

$\gamma_{M(Holz)}$ = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Vollholz

$\gamma_{M(VM)}$ = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Verbindungen

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit im Versagensfall des Stahles berechnet sich gemäß EN 1993-1-1, Ab. 2.4 nach folgender Gleichung zu:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_{Mi}} \qquad (68)$$

Mit:

R_k charakteristischer Wert der Tragfähigkeit des Querschnitts bzw. der Verbindung in kN

γ_{Mi} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten bzw. Verbindungen

γ_{M0} = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

γ_{M1} = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen

γ_{M2} = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung

Für die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M bzw. γ_{Mi} werden die Zahlenwerte der entsprechenden, derzeit gültigen Nationalen Anhängen zu den Normen EN 1995 und EN 1993 empfohlen.

Die charakteristischen Tragfähigkeitswerte sind Tabelle 4 zu entnehmen.

Für die Tragfähigkeit der Pfostenträger bei kombinierter Beanspruchung gilt:

$$\Sigma \frac{F_{i,d}}{R_{i,d}} \leq 1 \qquad (69)$$

Mit:

$F_{i,d}$ Bemessungswert der Beanspruchung in den Lastfällen F_1, F_2 / F_3 und F_4 / F_5 in kN

$R_{i,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit in den Lastfällen F_1, F_2 / F_3 und F_4 / F_5 in kN

Der Nachweis der Verankerung des Pfostenträgers im Untergrund bzw. Boden ist gesondert nachzuweisen. Die Angaben zum Lastangriffspunkt in Tabelle 3 sind zu beachten (Hebelarm $e_{F2/F3}$ bzw. $e_{F4/F5}$) . Der Hebelarm entspricht dabei dem Abstand von der Oberkante der Gründung bis zur Last. Der Abstand von Oberkante des Bodens bis zur Oberkante der Grundplatte des Pfostenträgers ist durch den Abstand a in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3: Eigenschaften und Anforderungen

Pfostenträger		Verbindungsmittel			Pfosten		Abstände		
Typ	Artikel-Nummer	Schrauben Ø8,0; Ø10,0 Nägel Ø4,0	Bolzen	Dübel	min b	min h	max a	$e_{F2/F3}$	$e_{F4/F5}$
		(-)	(-)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Typ H	89900	-	2 x Ø 10,0	-	71	100	50	195	50
	89901	-	2 x Ø 10,0	-	81	100	50	195	50
	89902	-	2 x Ø 10,0	-	91	100	50	195	50
	89903	-	2 x Ø 10,0	-	101	100	50	195	50
	89904	-	2 x Ø 10,0	-	121	100	50	195	50
	89905	-	2 x Ø 10,0	-	141	100	50	195	50
Typ U	891051	8 x Ø4,0	1 x Ø 12,0	-	80	110	185	-	-
	891150	8 x Ø 8,0	1 x Ø 12,0	-	80	110	155	-	-
	89940	8 x Ø 8,0	1 x Ø 12,0	-	80	110	150	-	-
	89820	4 x Ø 10,0	1 x Ø 10,0	-	71	120	50	135	60
	89821	4 x Ø 10,0	1 x Ø 10,0	-	81	120	50	135	60
	89822	4 x Ø 10,0	1 x Ø 10,0	-	91	120	50	135	60
	89823	4 x Ø 10,0	1 x Ø 10,0	-	101	120	50	135	60
	89824	4 x Ø 10,0	1 x Ø 10,0	-	121	120	50	135	60
	89825	4 x Ø 10,0	1 x Ø 10,0	-	141	120	50	135	60
Typ I	891053	-	-	1 x Ø 10,0	80	80	185	285	-
	891127	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	195	295	-
	891128	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	245	345	-
	891129	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	295	395	-
	891130	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	345	445	-
	891109	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	315	415	-
	891131	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	100	200	-
	891132	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	150	250	-
	891125	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	200	300	-
	891152	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	200	300	-
	891153	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	100	200	-
	891126	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	100	200	-
	891198	-	-	1 x Ø 10,0	100	100	190	-	-
Typ T	891052	-	-	4 x Ø 10,0	130	100	190	290	210
	89920	-	-	4 x Ø 10,0	120	100	155	245	175
	89832	-	-	4 x Ø 10,0	130	100	150	255	170
	89810	-	-	4 x Ø 10,0	80	120	100	190	130
	89840	-	-	4 x Ø 10,0	130	100	150	240	185
	89841	-	-	4 x Ø 10,0	130	100	200	290	235

Fortsetzung Tabelle 3: Eigenschaften und Anforderungen

Pfostenträger		Verbindungsmittel			Pfosten		Abstände		
Typ	Artikel-Nummer	Schrauben	Bolzen	Dübel	min b	min h	max a	$e_{F2/F3}$	$e_{F4/F5}$
		(-)	(-)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Typ P	891050	4 x Ø 12,0	-	-	80	80	185	-	-
	89850	4 x Ø 12,0	-	-	100	100	100	-	-
	89851	4 x Ø 12,0	-	-	100	100	150	-	-
Universal	89852	2 x Ø 10,0	-	-	100	100	300	-	-

Tabelle 4: charakteristische Werte der Tragfähigkeit der Pfostenträger (kN)

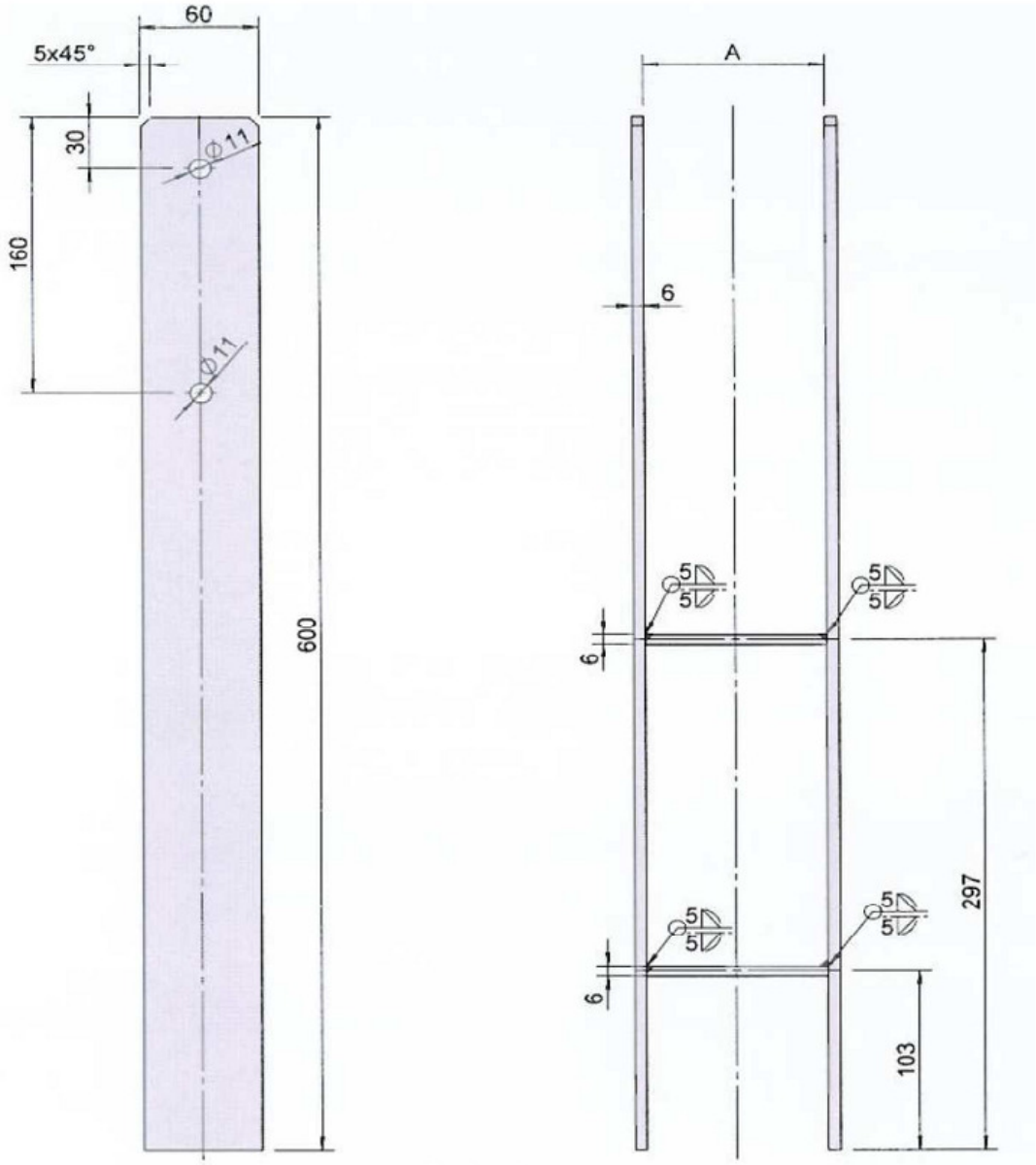
Pfostenträger	F_1 (Druck)				F_1 (Zug)			F_2/F_3				F_4/F_5		
	Holz	Stahl			Holz	Stahl		Holz		Stahl		Holz	Stahl	
Typ H														
89900	25,3	112	183		25,3	-	183	6,53	22,0	12,4	-	6,53	4,88	-
89901	25,3	112	183		25,3	-	183	7,45	22,7	12,4	-	7,27	4,88	-
89902	25,3	112	183		25,3	-	183	8,37	22,8	12,4	-	7,27	4,88	-
89903	25,3	112	183		25,3	-	183	9,29	22,8	12,4	-	7,27	4,88	-
89904	25,3	112	183		25,3	-	183	11,1	22,8	12,4	-	7,27	4,88	-
89905	25,3	112	183		25,3	-	183	13,0	22,8	12,4	-	7,27	4,88	-
	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,1}$	$\gamma_{M,2}$		$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$
Typ U														
891051	40,4	9,05	-		5,52	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-
891150	30,6	19,8	-		11,3	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-
89940	30,6	6,17	-		11,3	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-
89820	68,4	42,1	-		8,91	5,07	-	-	5,94	1,78	3,42	5,86	6,35	-
89821	75,7	42,1	-		8,91	4,17	-	-	5,94	1,42	3,42	5,86	6,35	-
89822	83,1	42,1	-		8,91	3,55	-	-	5,94	1,18	3,42	5,86	6,35	-
89823	90,4	42,1	-		8,91	3,08	-	-	5,94	1,16	3,42	5,86	6,35	-
89824	105	42,1	-		8,91	2,44	-	-	5,94	1,16	3,42	5,86	6,35	-
89825	120	42,1	-		8,91	2,02	-	-	5,94	1,16	3,42	5,86	6,35	-
	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,1}$		$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$
Typ I														
891053	98,5	44,8	29,0		4,98	5,79	-	-	3,90	0,66	1,07	-	-	-
891127	167	85,9	50,5		5,58	6,46	-	-	4,19	1,07	-	-	-	-
891128	167	85,9	40,1		5,58	6,46	-	-	4,19	0,96	-	-	-	-
891129	167	85,9	31,8		5,58	6,46	-	-	4,19	0,84	-	-	-	-
891130	167	85,9	25,4		5,58	6,46	-	-	4,19	0,74	-	-	-	-
891109	167	85,9	29,0		5,58	6,46	-	-	4,19	1,64	-	-	-	-
891131	181	108	108		5,58	10,2	-	-	4,19	1,68	-	-	-	-
891132	181	108	108		5,58	10,2	-	-	4,19	1,33	-	-	-	-
891125	95,0	69,1	56,8	58,8	5,58	-	58,8	-	4,19	1,01	-	-	-	-
891152	97,8	75,9	-	58,8	5,58	-	58,8	-	4,19	1,75	-	-	-	-
891153	97,8	75,9	-	58,8	5,58	-	58,8	-	4,19	2,60	-	-	-	-
891126	181	108	108		5,58	65,8	-	-	4,19	5,10	8,00	-	-	-
891198	167	71,2	52,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,1}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$

Fortsetzung Tabelle 4: charakteristische Werte der Tragfähigkeit der Pfostenträger (kN)

Pfostenträger	F_1 (Druck)			F_1 (Zug)			F_2/F_3				F_4/F_5		
	Holz	Stahl		Holz	Stahl		Holz		Stahl		Holz	Stahl	
Typ T													
891052	77,7	54,2	30,58	25,1	5,79	-	18,3	13,1	0,67	1,49	2,19	0,94	-
89920	109	74,1	48,6	25,1	14,0	-	11,6	18,1	1,13	3,14	1,86	1,76	-
89832	92,0	99,8	108	25,1	10,2	-	13,1	18,3	1,31	-	2,43	2,48	-
89810	127	75,1	109	21,8	-	65,3	17,4	16,5	3,06	4,32	1,79	4,47	-
89840	107,0	105	108	25,1	-	33,8	13,1	18,3	6,57	-	2,85	-	2,48
89841	107	105	108	25,1	-	33,8	13,1	18,3	5,42	-	2,83		2,55
	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,1}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$
Typ P													
891050	71,9	59,2	34,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89850	111	100	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89851	111	100	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,1}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$
Universal													
89852	132	116	34,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,1}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,VM}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$	$\gamma_{M,Holz}$	$\gamma_{M,0}$	$\gamma_{M,2}$

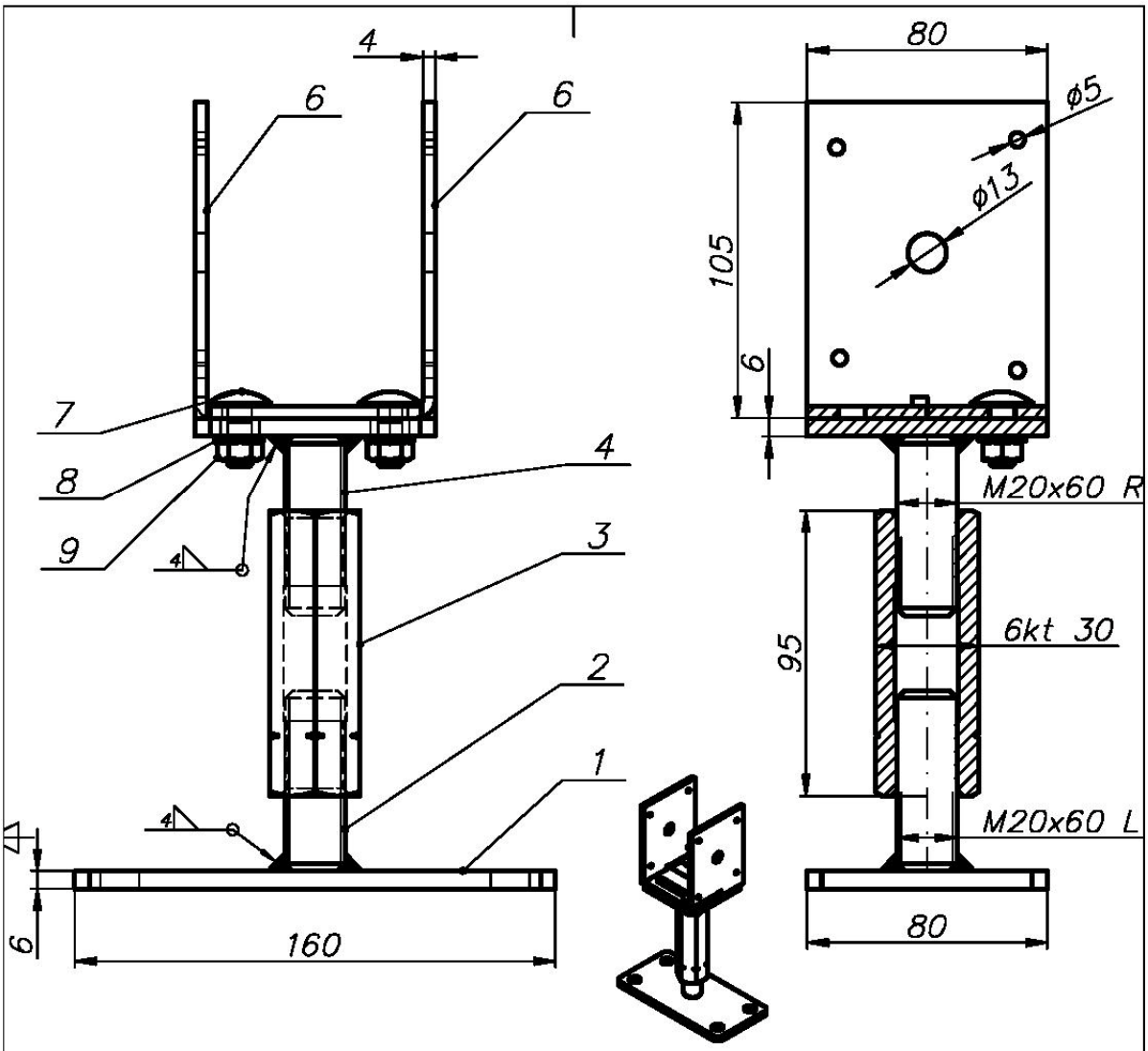
Anlagen

Zeichnung Pfostenträger Typ:H



Gutzeit Verbindungssysteme GmbH & Co
Rudolf Diesel Str.1
58730 Fröndenberg
Tele: 02373-979265

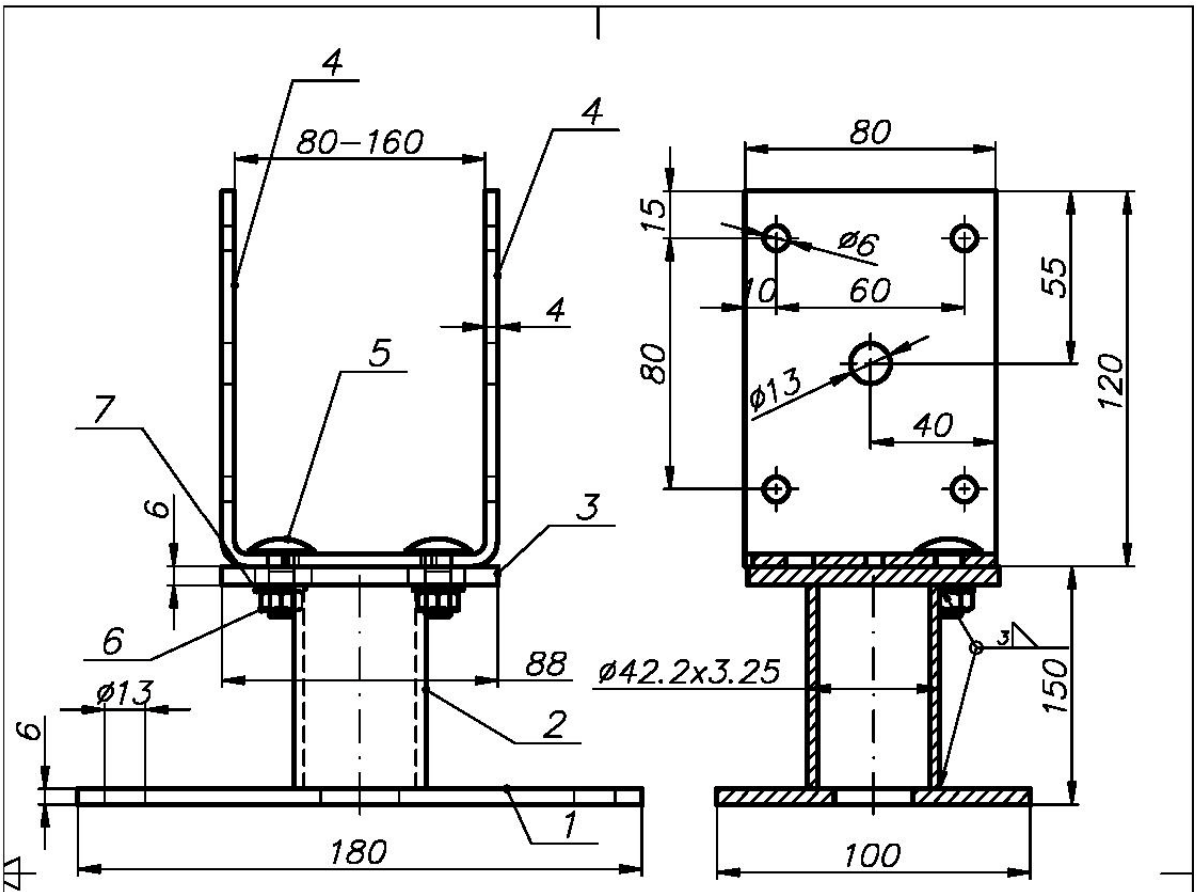
Zeichnungsnummer: 8900-89905			
Material: S235 JR /EN10025:2004			
Korrosionsschutz:55µm gemäß DIN EN 1461			
Bearbeiter: Hr.Tewes		Datum: Rev 2 / 07.01.2015	
	A =	89900	71 mm
	A =	89901	81 mm
	A =	89902	91 mm
	A =	89903	101 mm
	A =	89904	121 mm
	A =	89905	141 mm
REV 2 / 07.01.2015		D.Tewes	

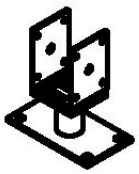


Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
9	2	DIN 555–5	Mutter M8		
8	2	ISO 7093	Schaube A8,4		
7	2	DIN 603	Schraube M8x20		
6	2	891051 / 6	Winkel 105x75x4	S235JR	
5	1	891050 / 5	Trägeplatte 6x80x80	S235JR	
4	1	DIN 976	Gewindenbolzen M20x60–R	S235JR+P+Mo+AR	
3	1	891050 / 3	Gewindehülse M20x95	S235JR	
2	1	DIN 976	Gewindenbolzen M20x60–L	S235JR+P+Mo+AR	
1	1	891050 / 1	Grundplatte 6x80x160	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam		891051 – PF–TU				
		891051			Edycja 0	Arkusz 1/1

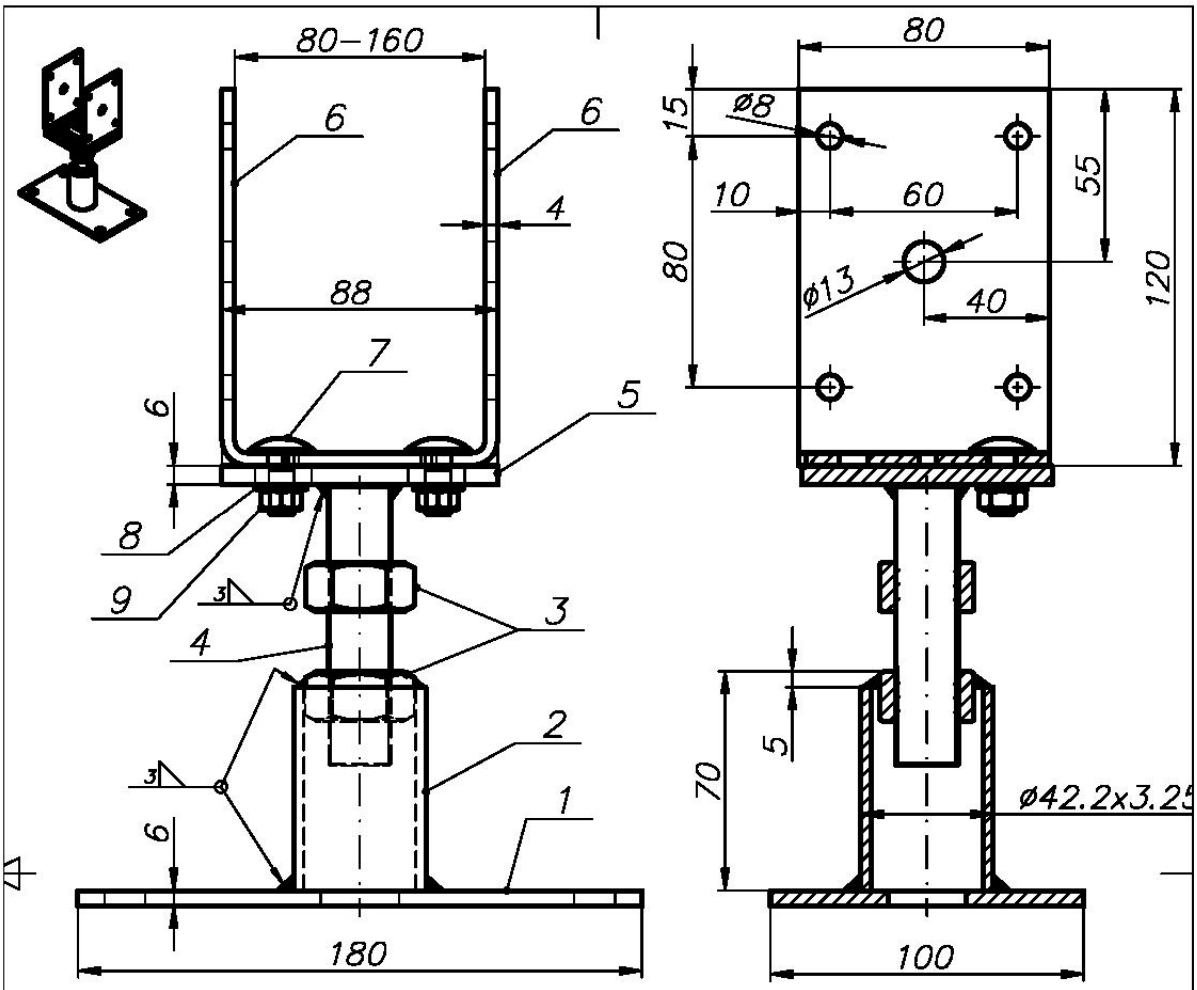




6	2	DIN 555–5	Mutter M8		
7	2	DIN 125	Scheibe A8,4		
5	2	DIN 603	Schraube M8x20		
4	2	89940 /6	Winkel 120x67x4	S235JR	
3	1	89940 / 5	Trägeplatte 6x80x8	S235JR	
2	1	891150 / 2	Rohr 42,2x3,25 L=139	S235JR	
1	1	89940 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR	
Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik Gutzeit	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam				891150	
				891150	Edycja 0	Arkusz 1/1

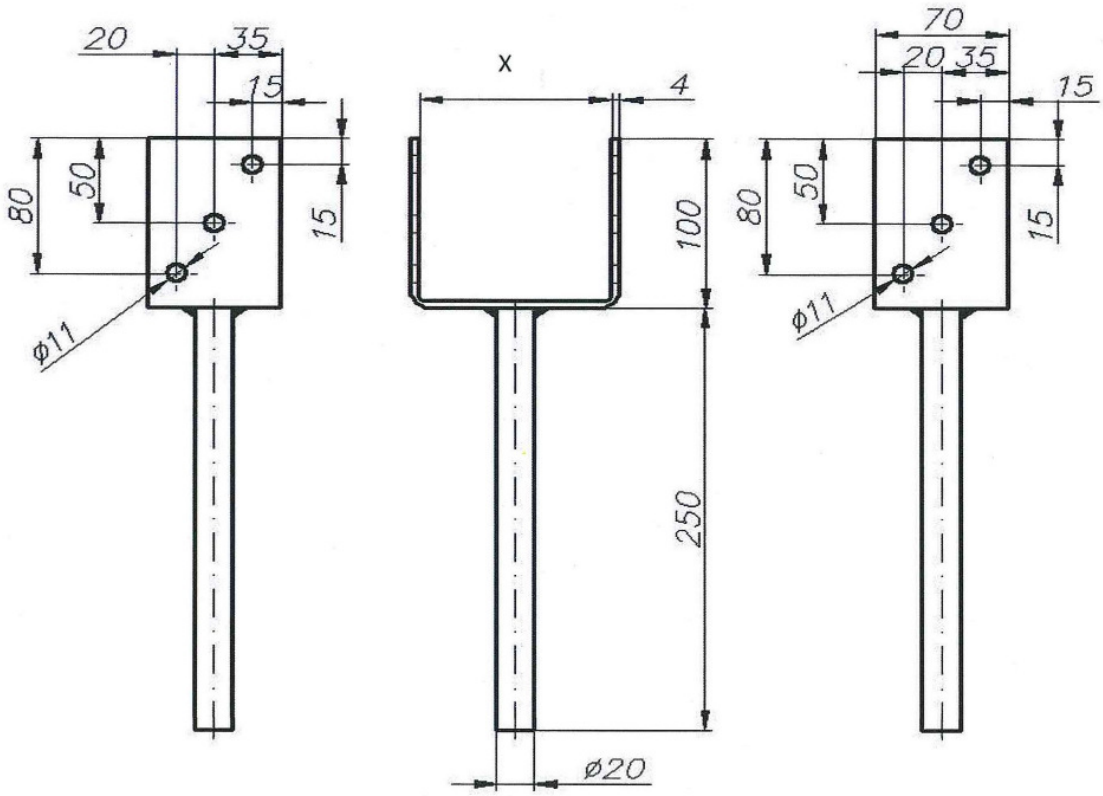


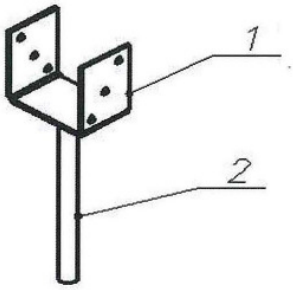
9	2	DIN 555–5	Mutter M8		
8	2	DIN 125	Schelbe A8,4		
7	2	DIN 603	Schraube M8x20		
6	2	89940 / 6	Winkel 120x67x4	S235JR	
5	1	89940 / 5	Trägeplatte 6x80x88	S235JR	
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M20x90	S235JR+P+Mo+AR	
3	2	DIN 555–5	Mutter M20		
2	1	89940 / 2	Rohr 42,2x3,25 L=65	S235JR	
1	1	89940 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR	
Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi

Lista elementów

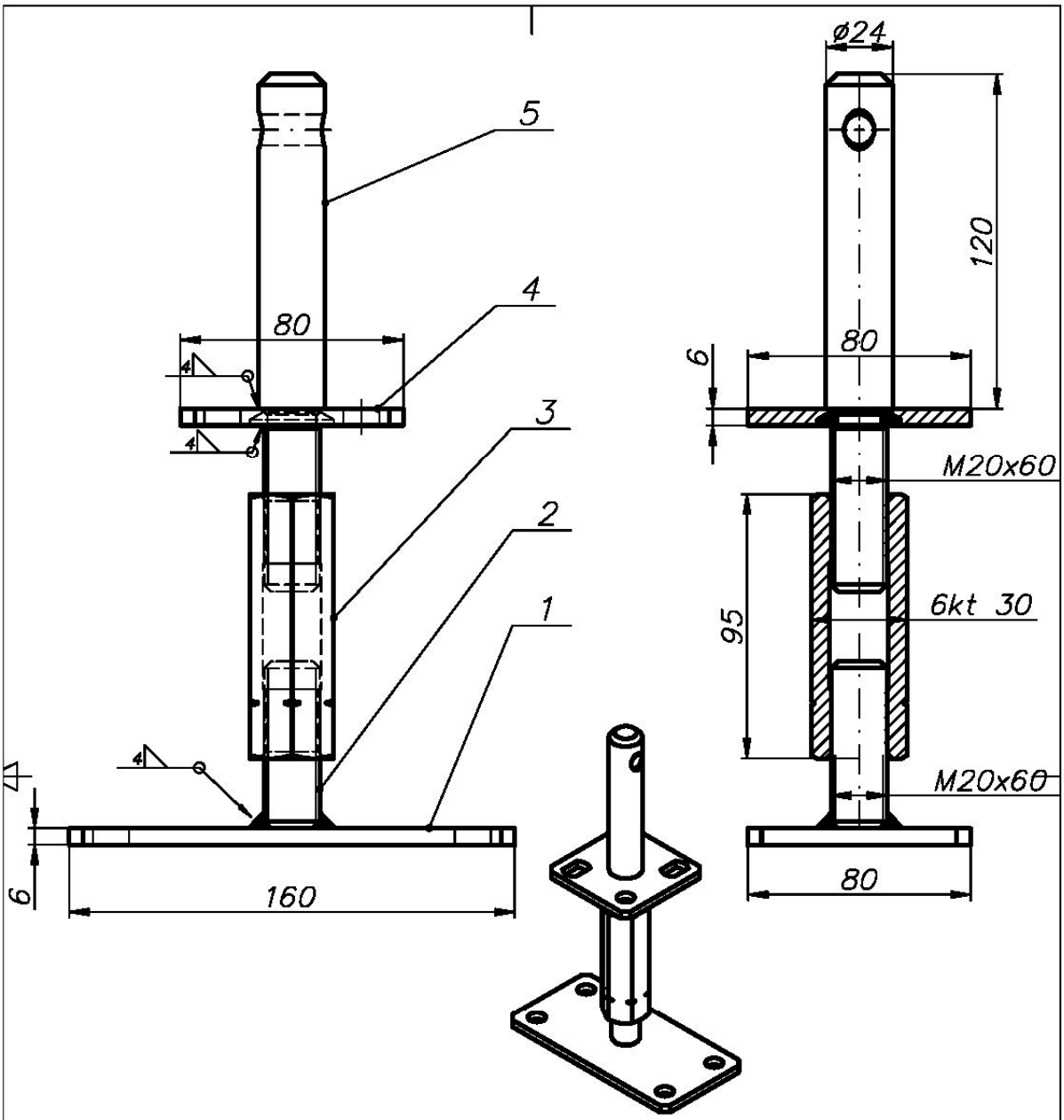
Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam				89940	
				89940	Edycja 0 / Arkusz 1/1

Zeichnung Pfostenträger Typ:U





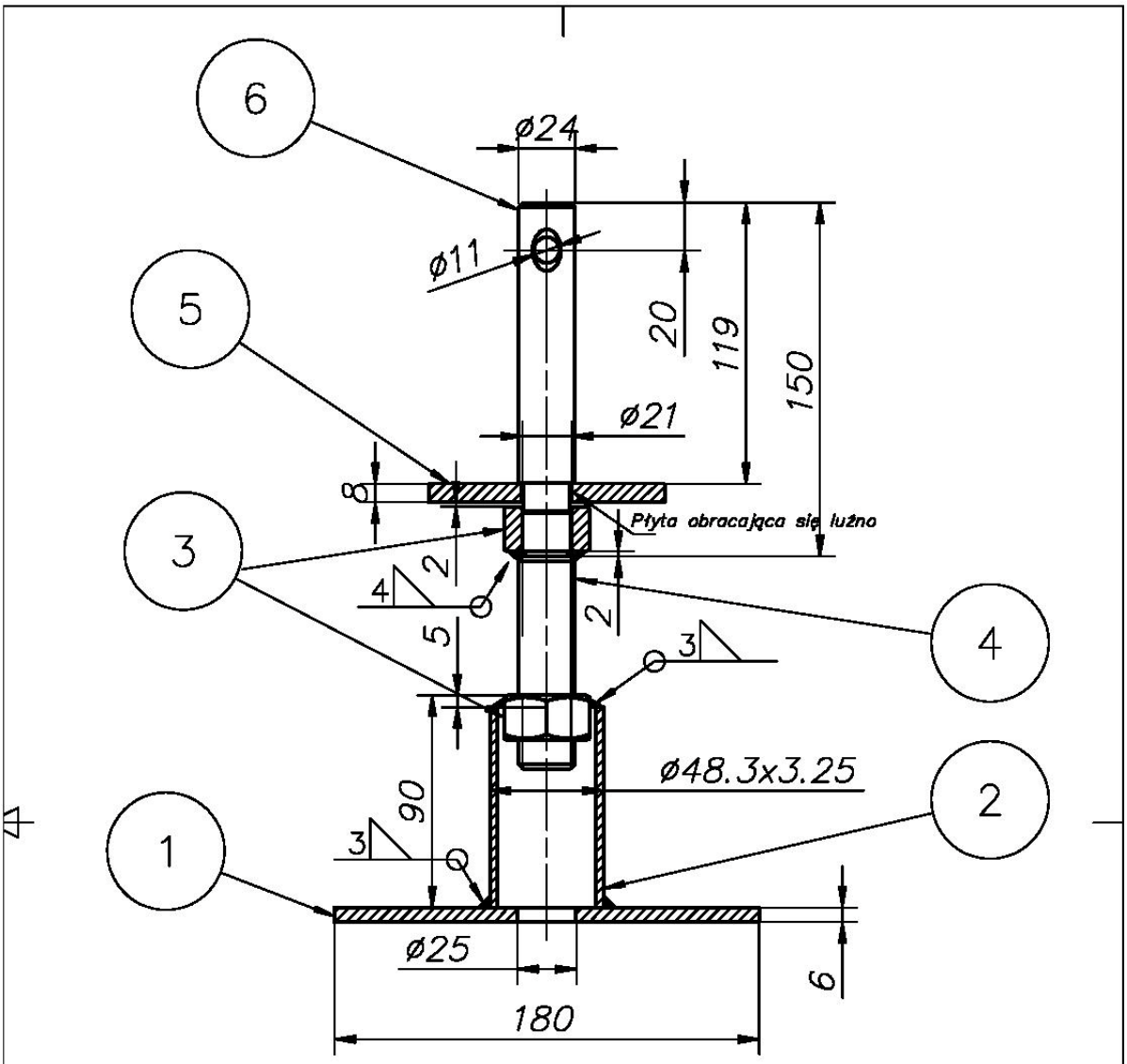
Gutzeit Verbindungssysteme GmbH & Co.	Zeichnungsnummer:		89820-89825
Rudolf Diesel Str.1	Material:		S235JR / EN10025: 2004
58730 Fröndenberg	Korrosionsschutz: 55µm gemäß DIN EN1461		
Tele: 02373-979265	Bearbeiter: Hr.Tewes		Datum: 14.06.2013
	89820	X =	71 mm
	89821	X =	81 mm
	89822	X =	91 mm
	89823	X =	101 mm
	89824	X =	121 mm
	89825	X =	141 mm



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
5	1	891053 / 5	Bolzen 24x186	S235JR	
4	1	891053 / 4	Trägeplatte 6x80x80	S235JR	
3	1	891050 / 3	Gewindehülse M20x95	S235JR	
2	1	DIN 976	Gewindebolzen M20x60 L	S235JR+P+Mo+AR	
1	1	891050 / 1	Grundplatte 6x80x160	S235JR	

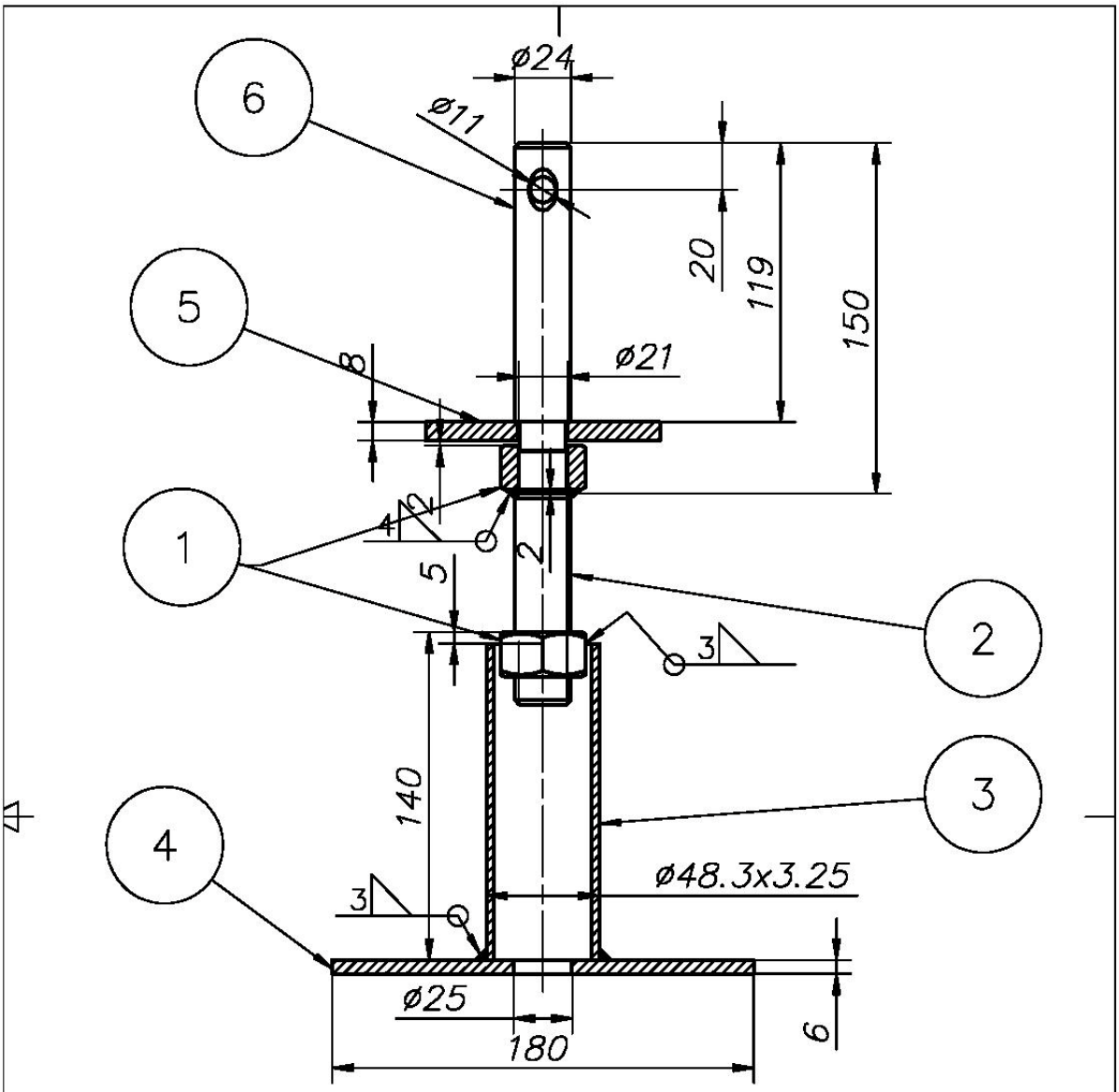
Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M. Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam				891053 – PF–TZ		
				891053	Edycja 0	Arkusz 1/1



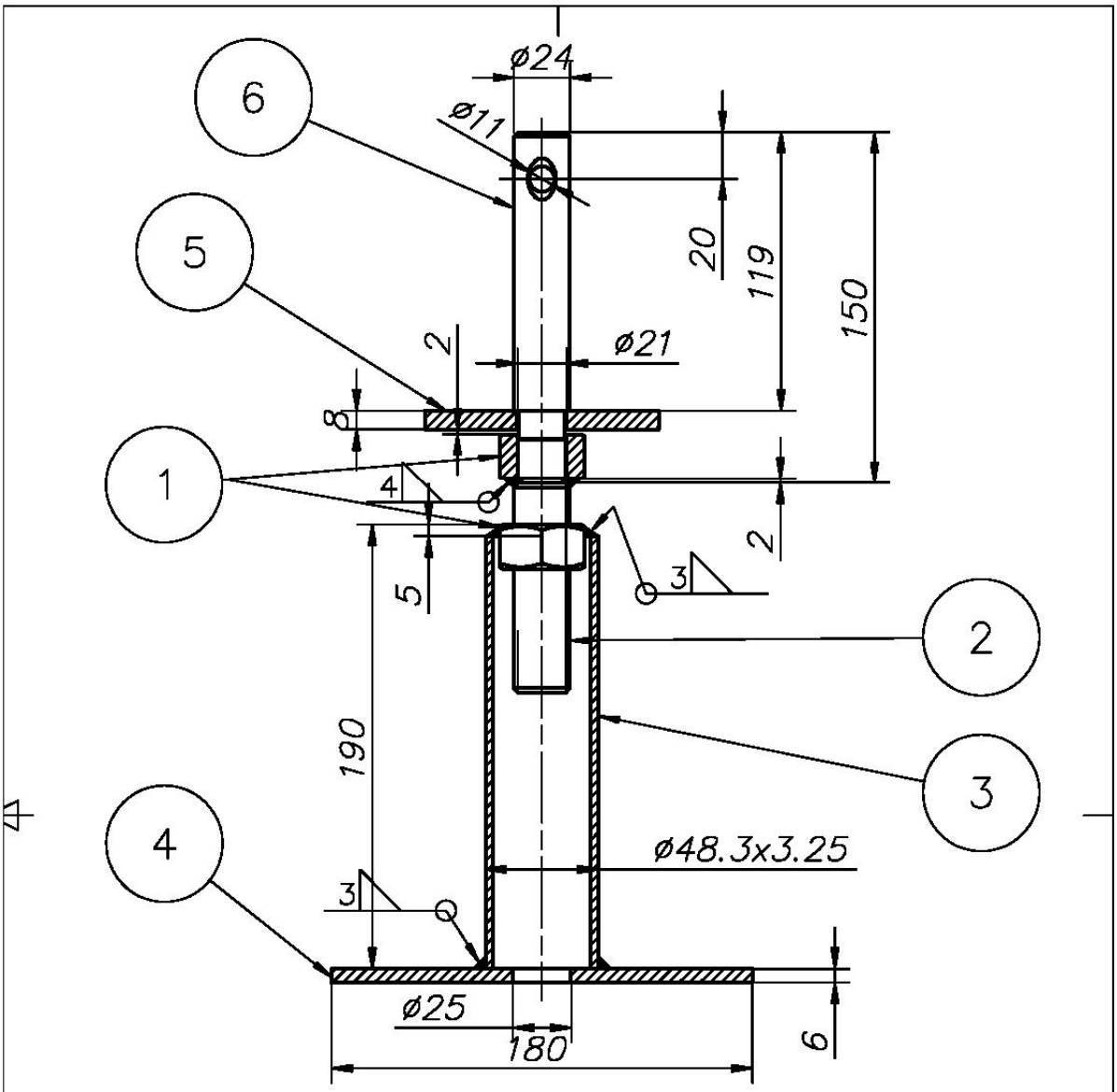
Nr	Ilość	Opis	Norma	Materiał
6	1	891127 / 6	Bolzen 24x150	S235JR
5	1	891127 / 5	Trägeplatte 8x100x100	S235JR
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M24x90	S235JR+P+Mo+AR
3	2	DIN 934	Mutter M24	
2	1	891127 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=85	S235JR
1	1	891127 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR

Poz.	Ilość:	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik Gutzeit	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam			891127		
			891127	Edycja 0	Arkusz 1/1



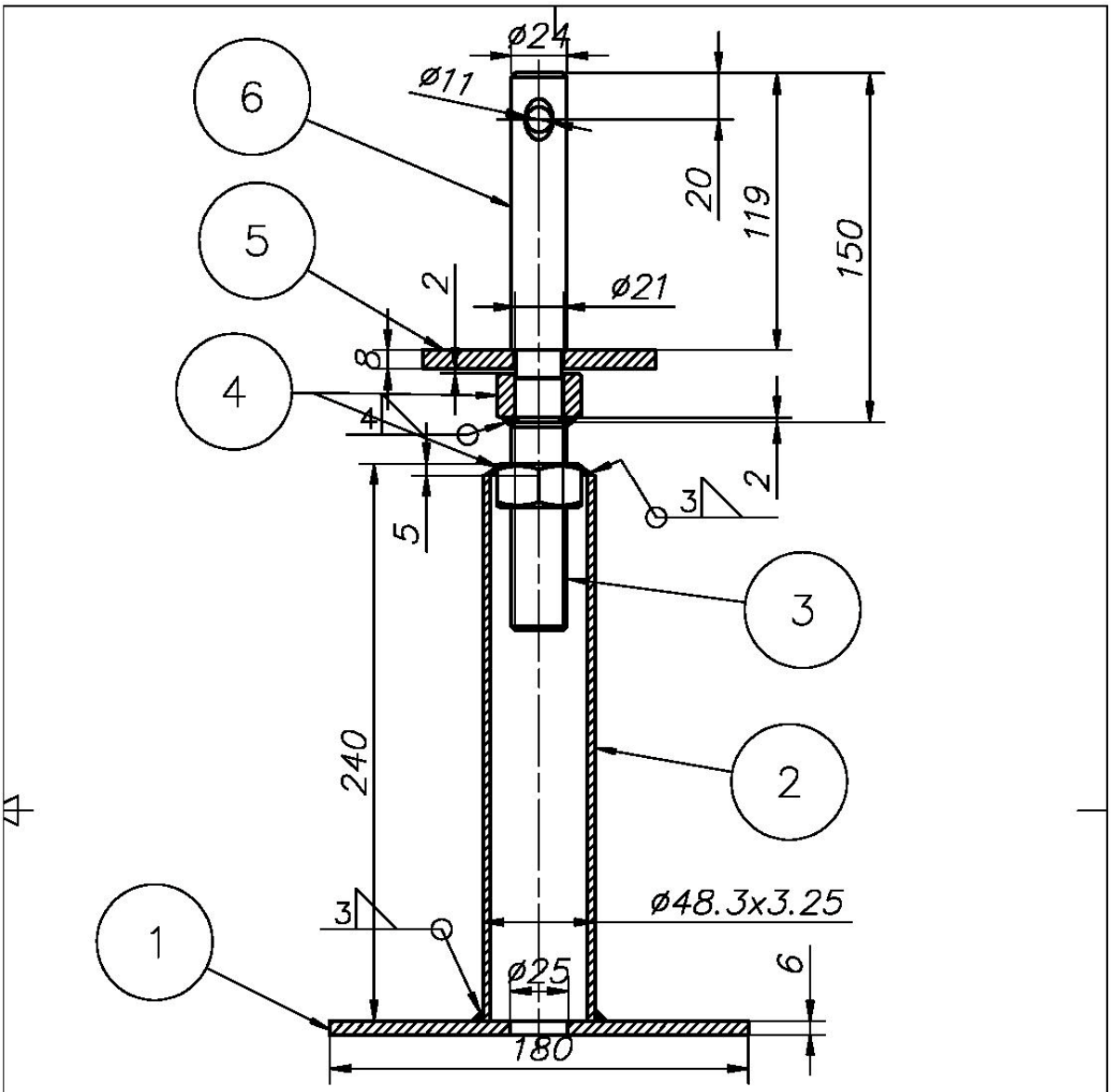
Nr	Ilość	Opis	Norma	Materiał
6	1	891127 / 6	Bolzen 24x150	S235JR
5	1	891127 / 5	Trägeplatte 8x100x100	S235JR
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M24x90	S235JR+P+Mo+AR
3	1	DIN 934	Mutter M24	
2	1	891128 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=135	S235JR
1	2	891127 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR

Poz.	Ilość:	Materiał:		Ciężar:	
Projektował *M.Mielcarek*		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik *GUTZEIT*	Data *31/07/2013*	Skala
Lakfam				*891128*		
				891128	Edycja *0*	Arkusz *1/1*



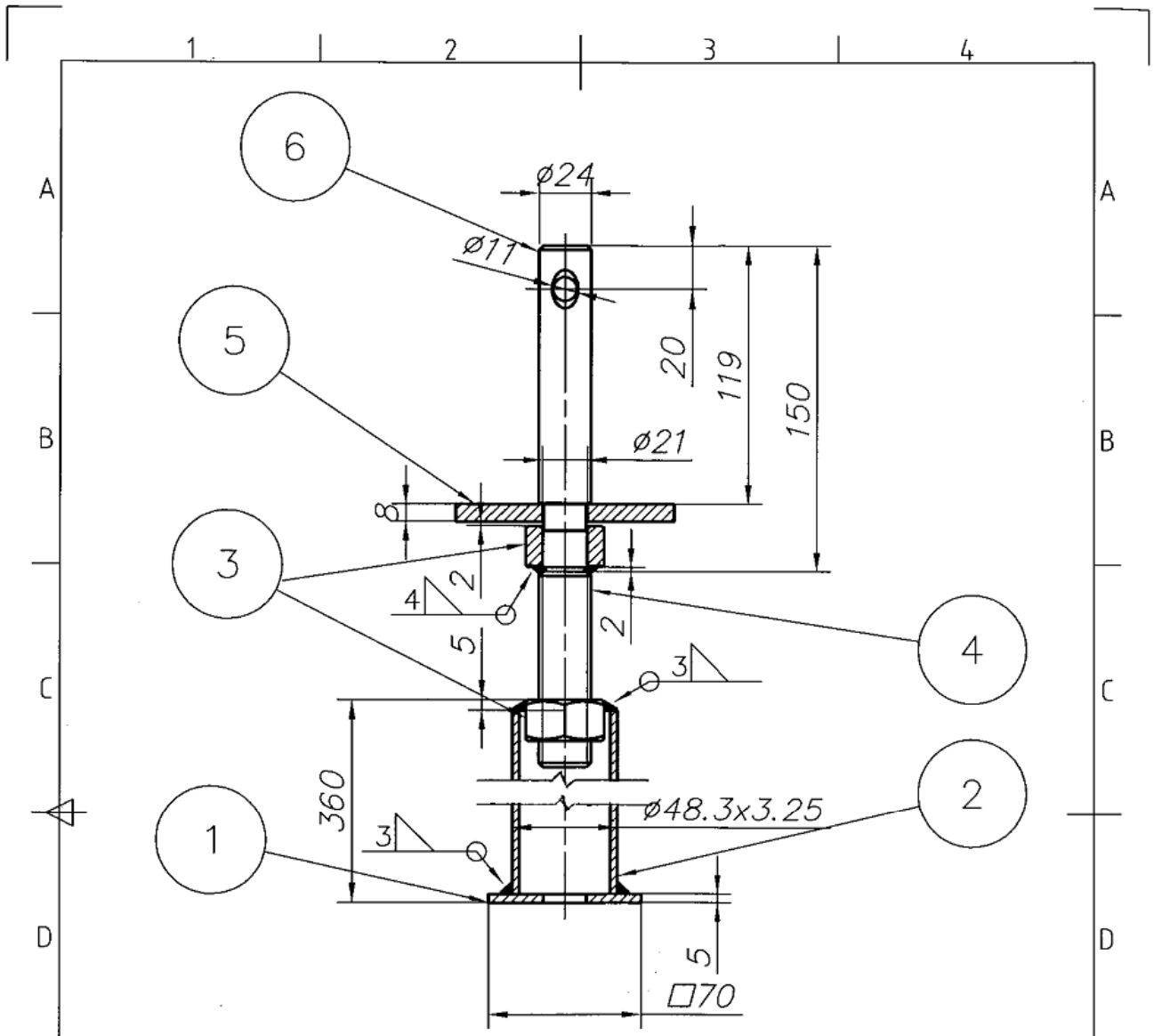
Nr	Ilość	Opis	Norma	Materiał
6	1	891127 / 6	Bolzen 24x150	S235JR
5	1	891127 / 5	Trägeplatte 8x100x100	S235JR
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M24x90	S235JR+P+Mo+AR
3	1	DIN 934	Mutter M24	
2	1	891129 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=185	S235JR
1	2	891127 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR

Poz.	Ilość:	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam					891129	
					891129	Edycja 0 / Arkusz 1/1



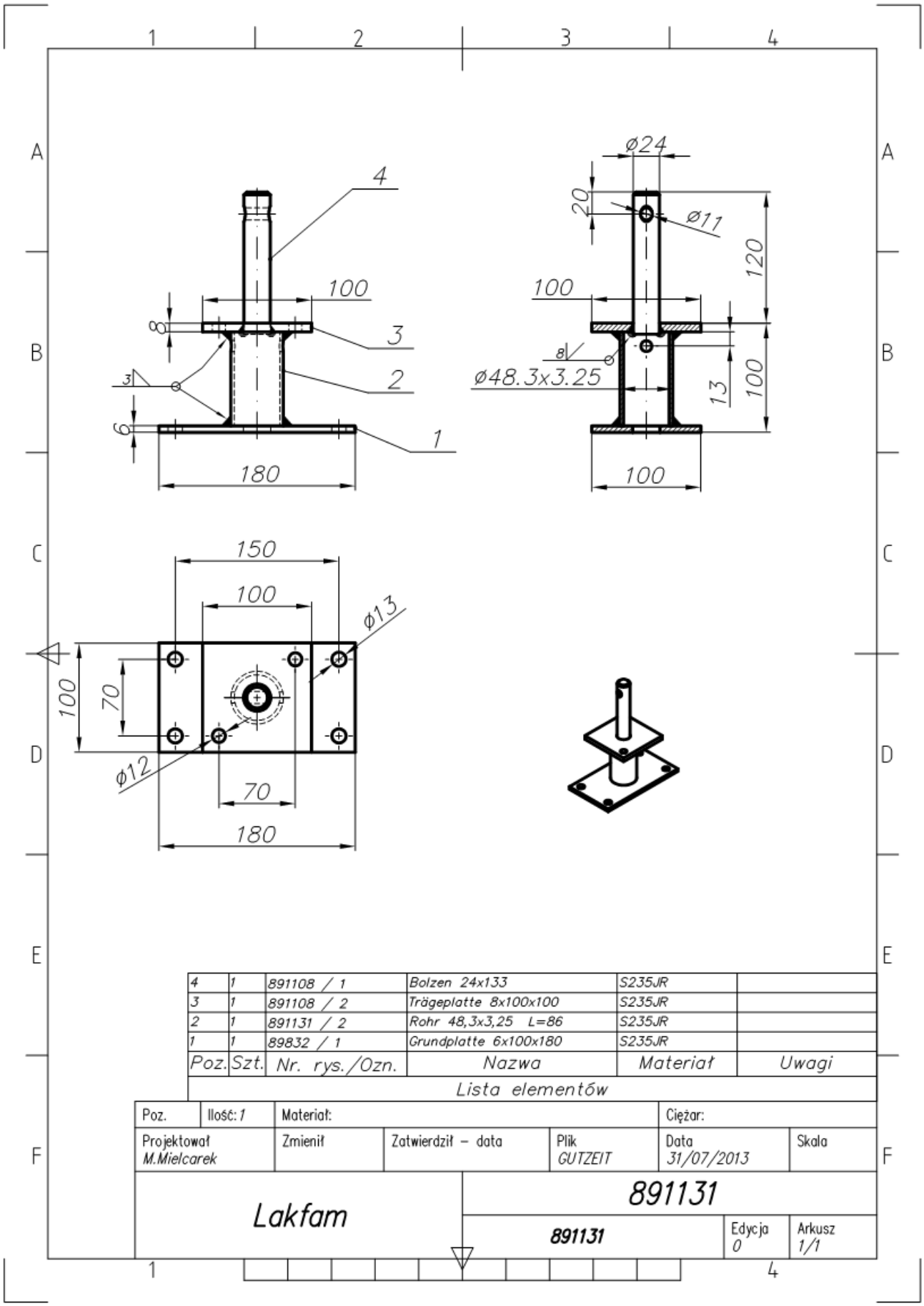
Nr	Ilość	Opis	Norma	Materiał
6	1	891127 / 6	Bolzen 24x150	S235JR
5	1	891127 / 5	Trägeplatte 8x100x100	S235JR
4	2	DIN 934	Mutter M24	
3	1	DIN 976	Gewindebolzen M24x90	S235JR+C
2	1	891130 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=235	S235JR
1	1	891127 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR

Poz.	Ilość:	Materiał:		Ciężar:	
Projektował *M.Mielcarek*		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik *GUTZEIT*	Data *31/07/2013*	Skala
Lakfam				*891130*		
				891130	Edycja *0*	Arkusz *1/1*



Nr	Ilość	Opis	Norma	Materiał
6	1	891127 / 6	Bolzen 24x150	S235JR
5	1	891127 / 5	Trägeplatte 8x100x100	S235JR
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M24x90	
3	2	DIN 934	Mutter M24	
2	1	891109 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=355	S235JR
1	1	891109 / 1	Grundplatte 5x70x70	S235JR

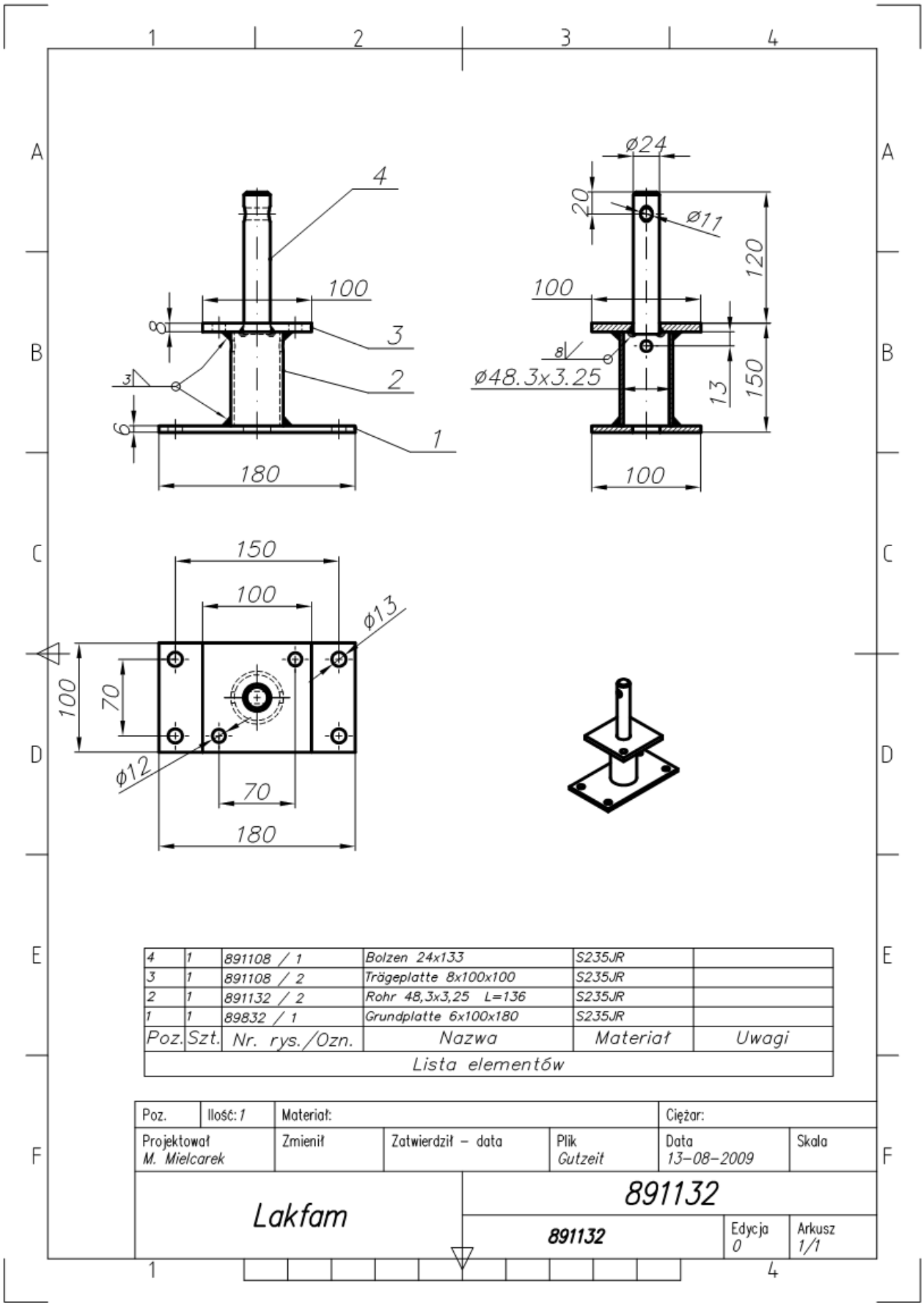
Poz.	Ilość:	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam					891109	
				891109	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	891108 / 1	Bolzen 24x133	S235JR	
3	1	891108 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
2	1	891131 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=86	S235JR	
1	1	89832 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam			891131		
			891131	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	891108 / 1	Bolzen 24x133	S235JR	
3	1	891108 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
2	1	891132 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=136	S235JR	
1	1	89832 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M. Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik Gutzeit	Data 13-08-2009	Skala

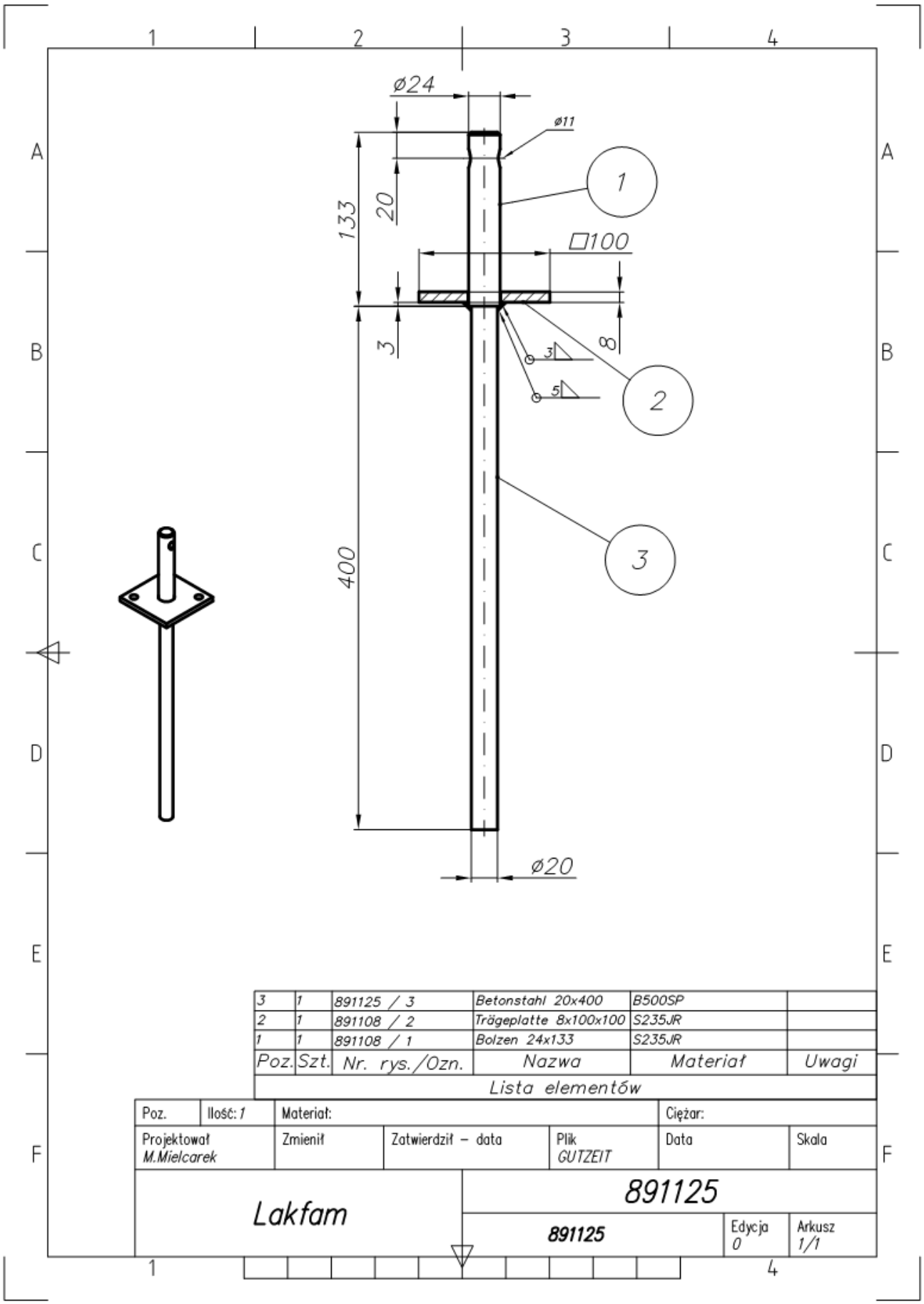
Lakfam

891132

891132

Edycja 0

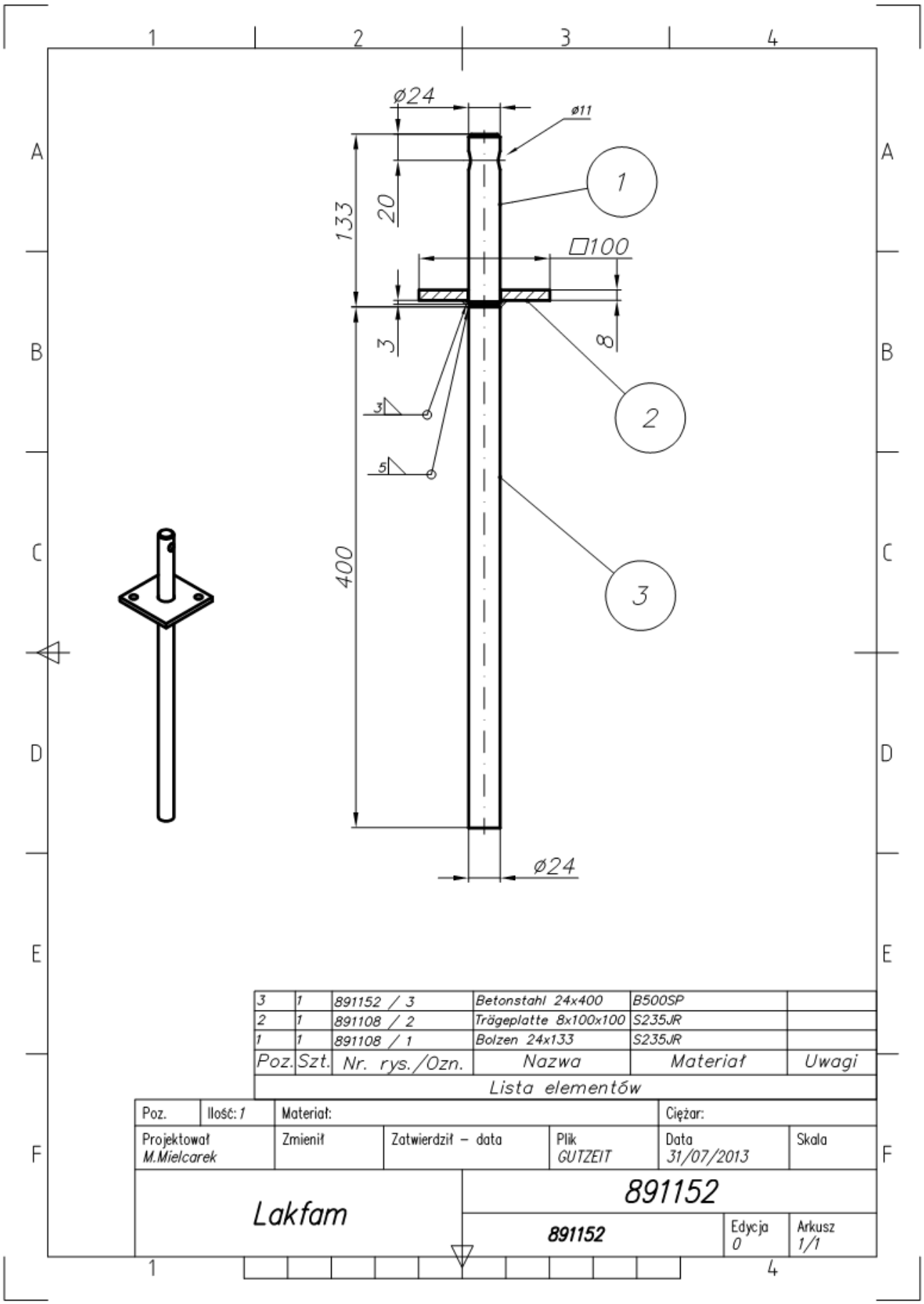
Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
3	1	891125 / 3	Betonstahl 20x400	B500SP	
2	1	891108 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
1	1	891108 / 1	Bolzen 24x133	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data	Skala
Lakfam			891125		
			891125	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
3	1	891152 / 3	Betonstahl 24x400	B500SP	
2	1	891108 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
1	1	891108 / 1	Bolzen 24x133	S235JR	

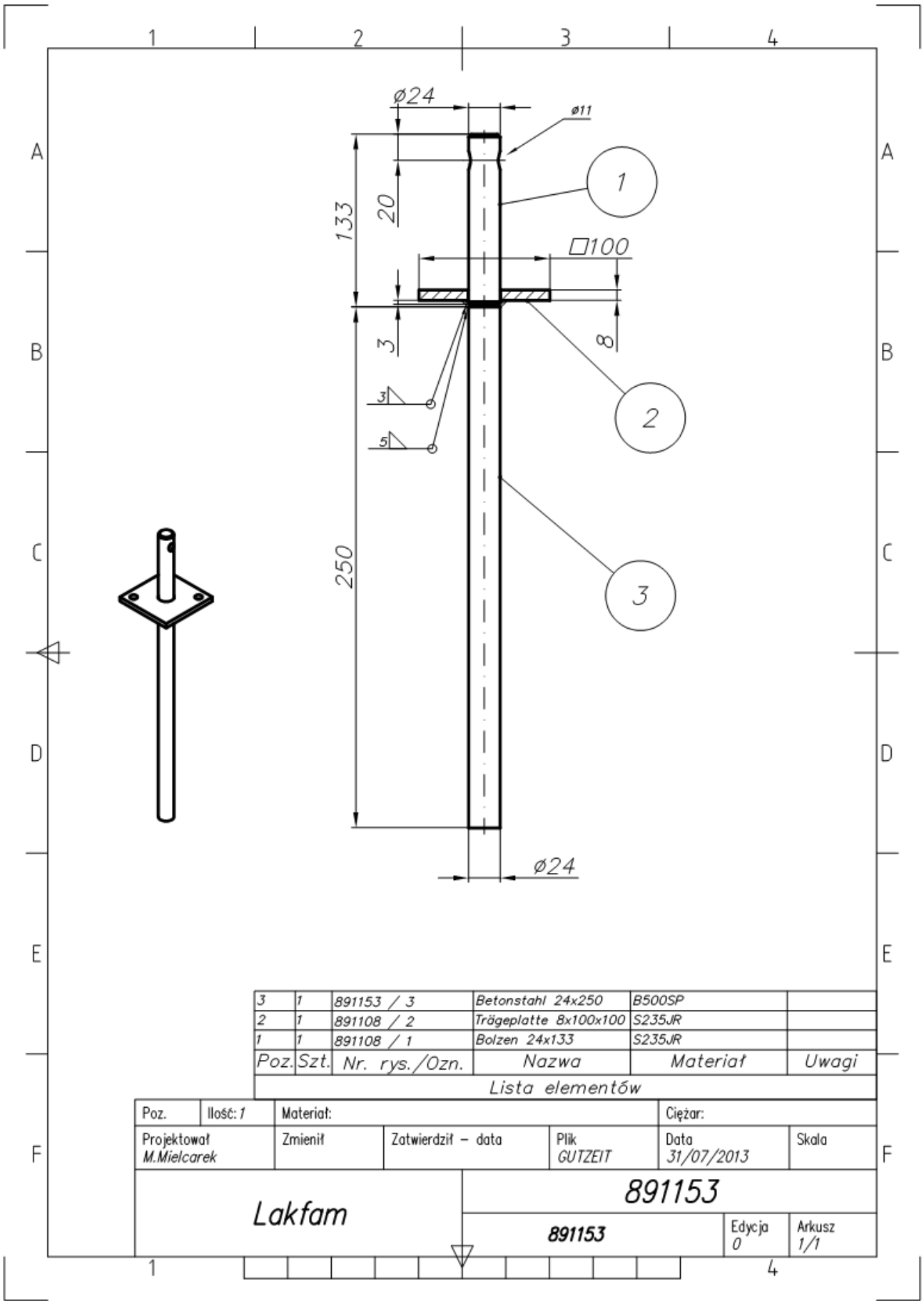
Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala

Lakfam

891152

891152 | Edycja 0 | Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
3	1	891153 / 3	Betonstahl 24x250	B500SP	
2	1	891108 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
1	1	891108 / 1	Bolzen 24x133	S235JR	

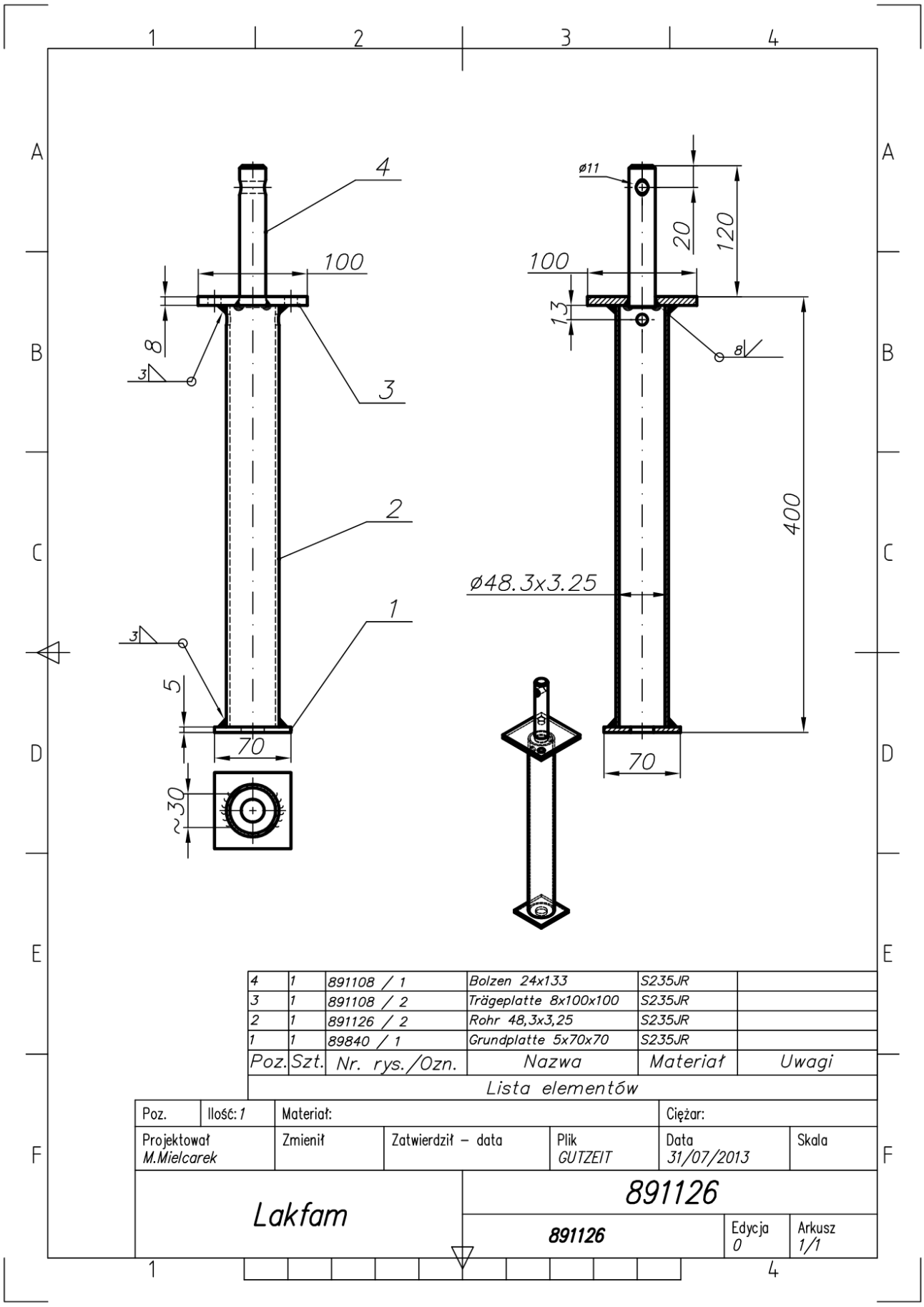
Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala

Lakfam

891153

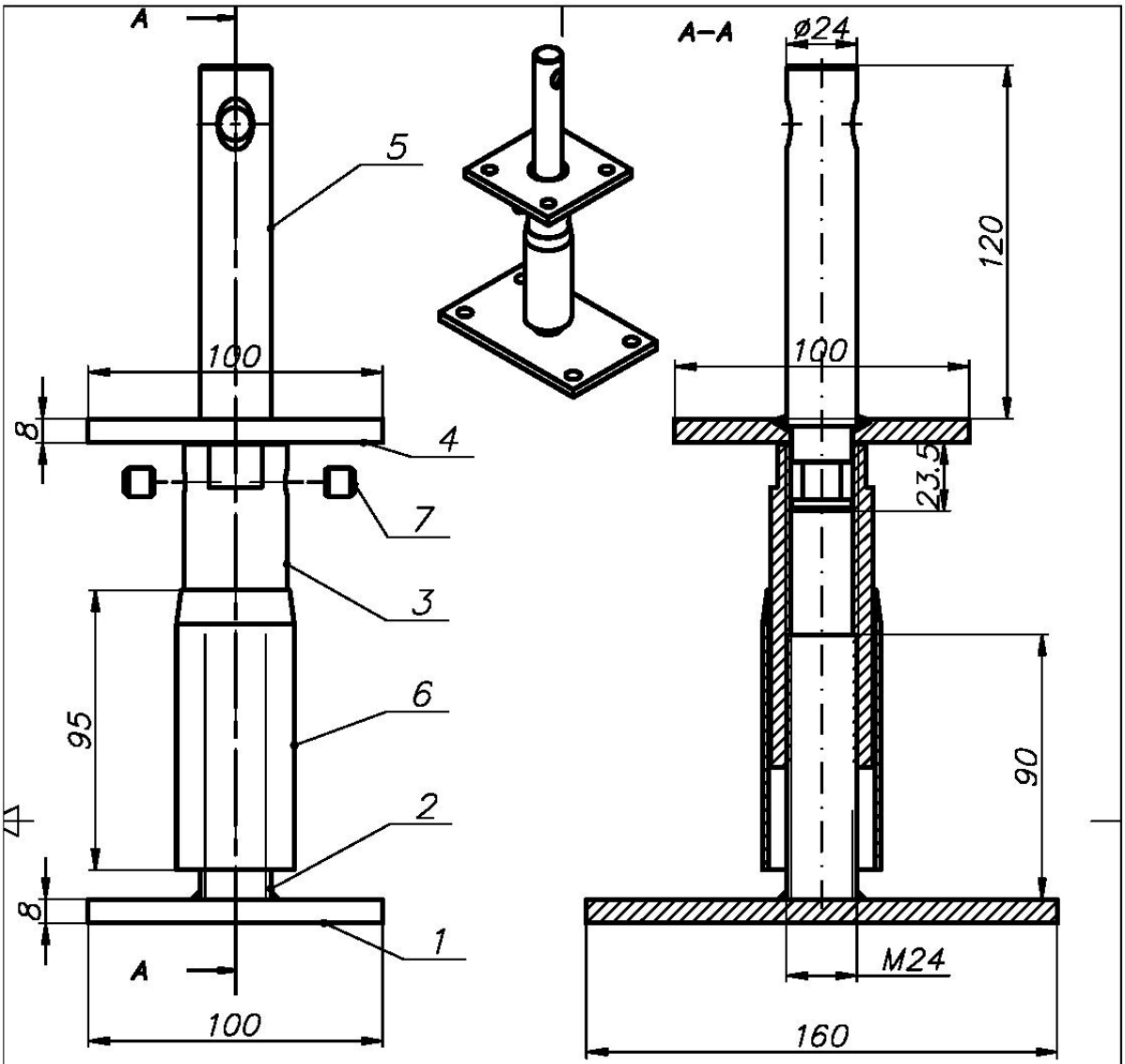
891153 | Edycja 0 | Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	891108 / 1	Bolzen 24x133	S235JR	
3	1	891108 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
2	1	891126 / 2	Rohr 48,3x3,25	S235JR	
1	1	89840 / 1	Grundplatte 5x70x70	S235JR	

Lista elementów

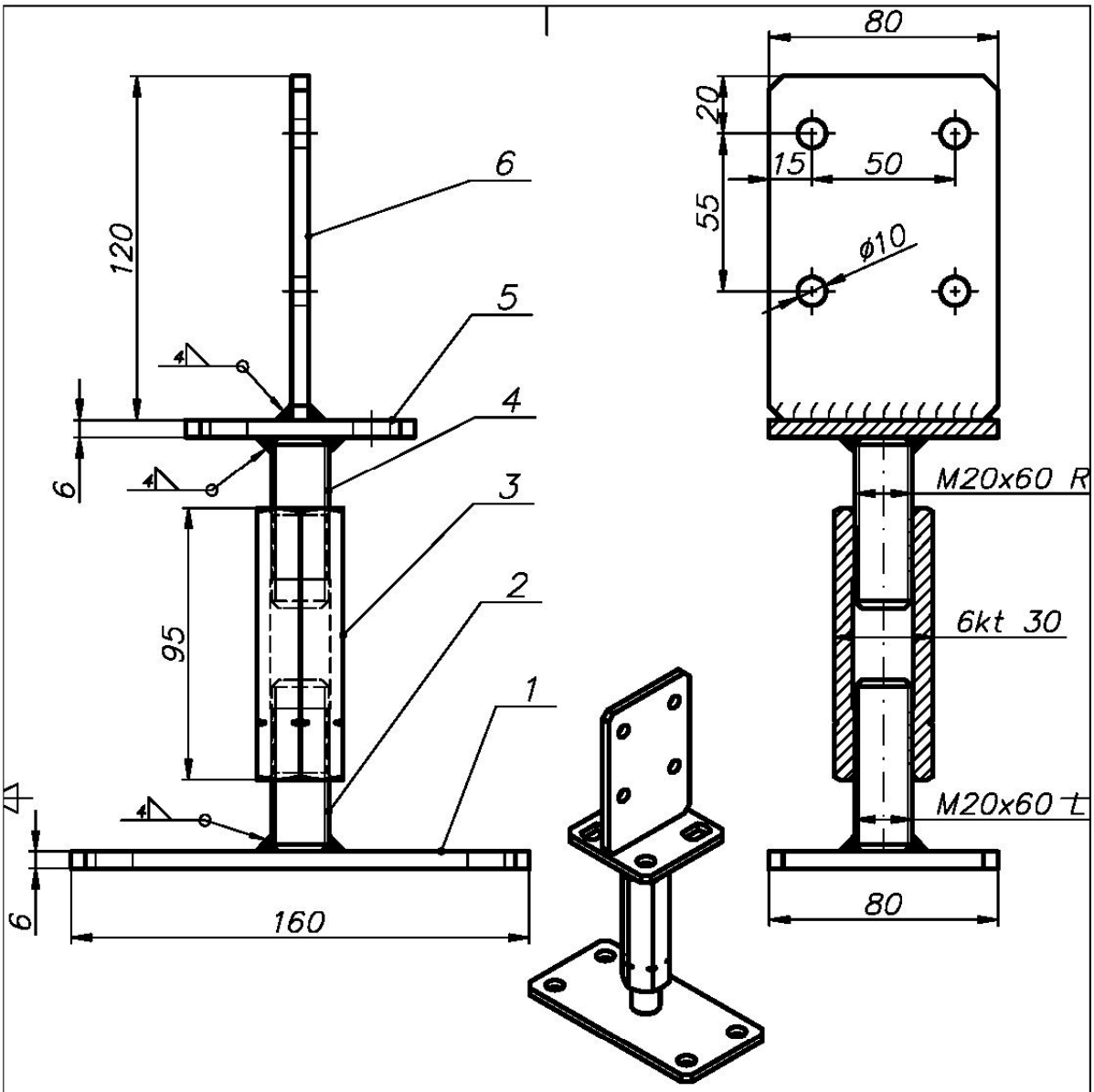
Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam			891126		
			891126	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
7	2	DIN 913	Schraube M10x10		
6	1	891198 / 6	Rohr 40x2 L=95	S235JR	
5	1	891198 / 5	Bolzen 24x152	S235JR	
4	1	891198 / 4	Trägenplatte 8x100x100	S235JR	
3	1	891198 / 3	Gewindehülse 35x110	S235JR	
2	1	DIN 976	Gewindebolzen M24x90	S235JR+C	
1	1	891198 / 1	Grundplatte 8x100x160	S235JR	

Lista elementów

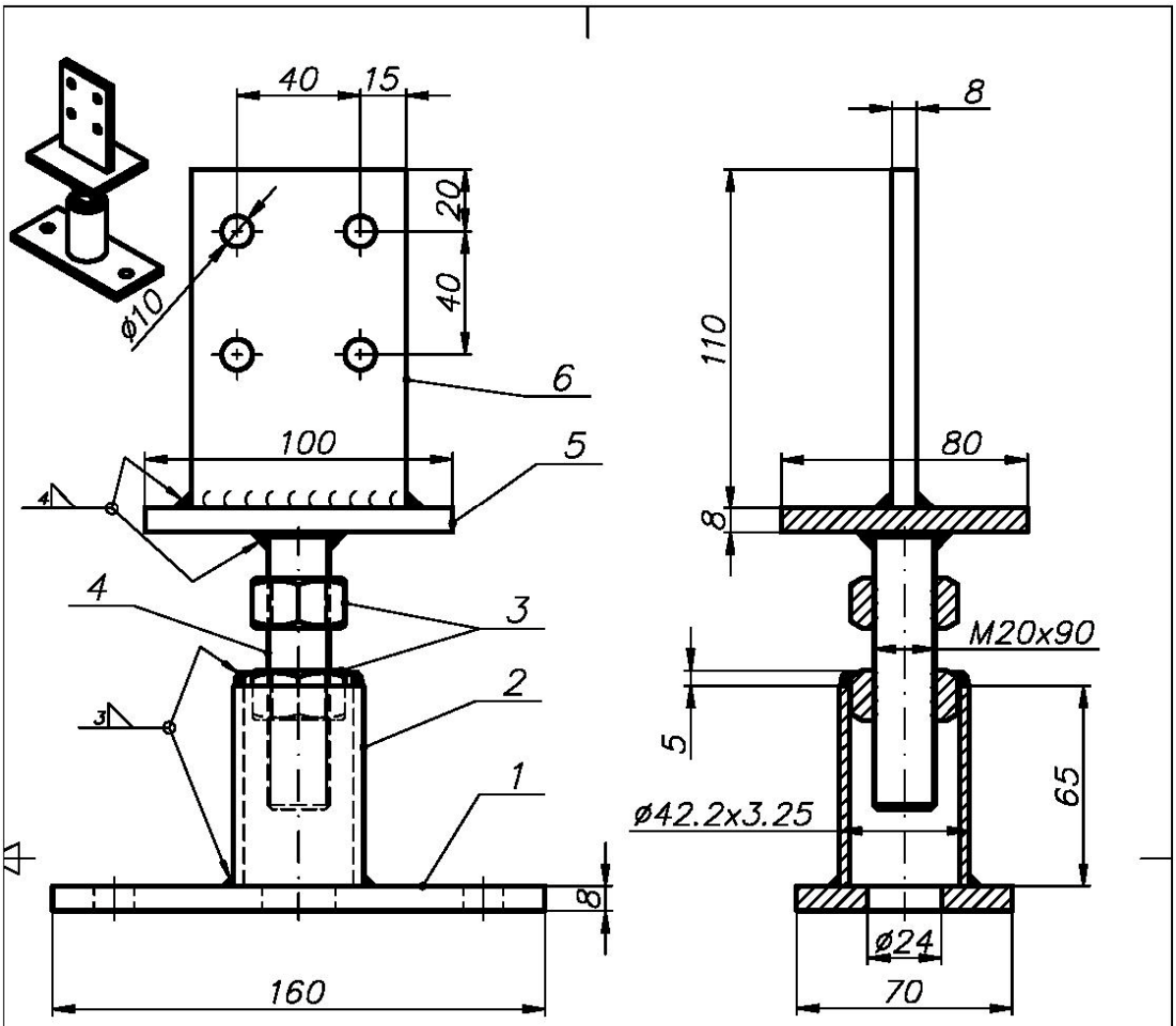
Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam		891198, h=140			
		891198		Edycja 0	Arkusz 1/1



6	1	891052 / 6	Steg 6x80x120	S235JR	
5	1	891050 / 5	Trägeplatte 6x80x80	S235JR	
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M20x60 R	S235JR+P+Mo+AR	
3	1	891050 / 3	Gewindehülse M20x95	S235JR	
2	1	DIN 976	Gewindebolzen M20x60 L	S235JR+P+Mo+AR	
1	1	891050 / 1	Grundplatte 6x80x160	S235JR	
Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi

Lista elementów

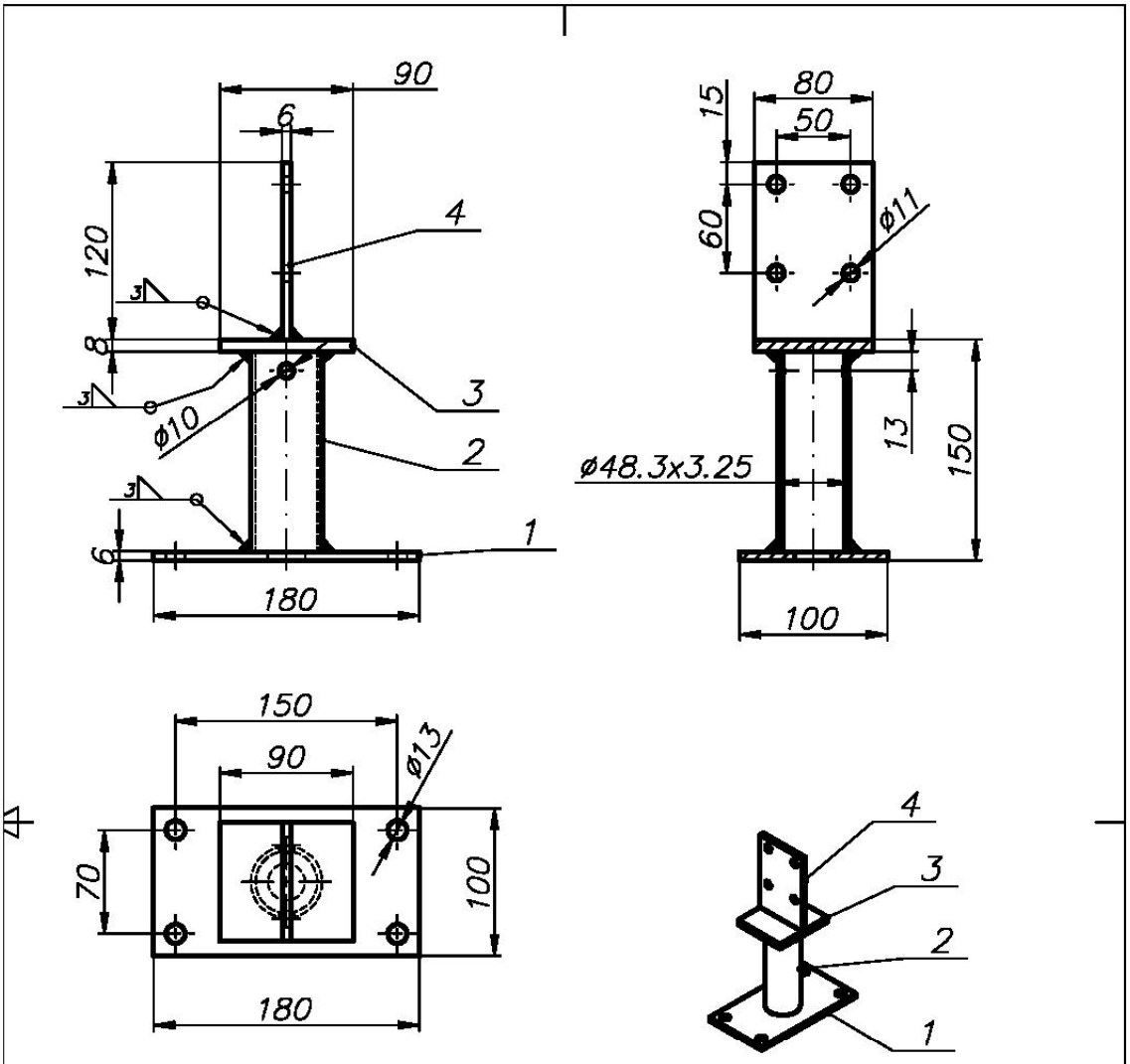
Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam		891052 – PF–TS				
		891052			Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
6	1	89920 / 6	Steg 8x70x110	S235JR	
5	1	89920 / 5	Trägeplatte 8x80x100	S235JR	
4	1	DIN976	Gewindebolzen M20x90	S235JR+P+Mo+AR	
3	2	DIN 934	Mutter M20		
2	1	89920 / 2	Rohr 42,3x3,25 L=65	S235JR	
1	1	89920 / 1	Grungplatte 8x70x160	S235JR	

Lista elementów

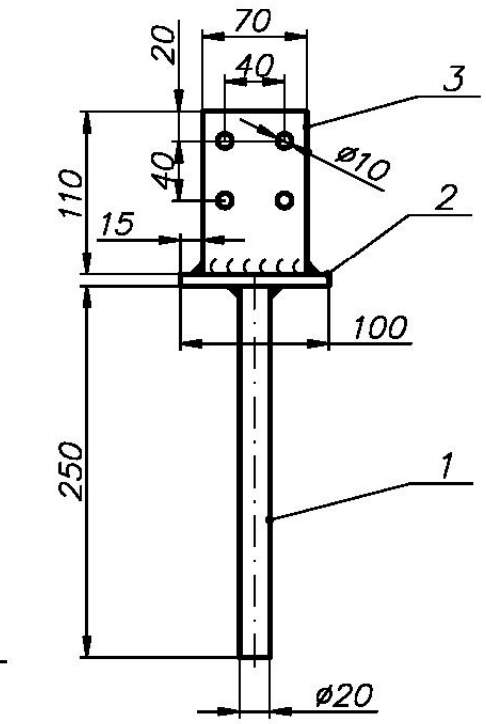
Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam			89920		
			89920	Edycja 0	Arkusz 1/1

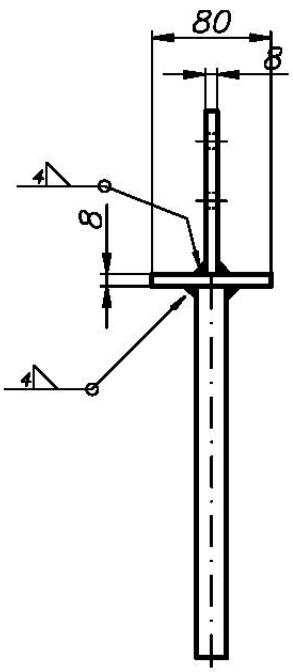


Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	89832 / 4	Steg 6x80x120	S235JR	
3	1	89832 / 3	Trägeplatte 8x80x90	S235JR	
2	1	89832 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=136	S235JR	
1	1	89832 / 1	Grundplatte 6x100x180	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam			89832		
			89832	Edycja 0	Arkusz 1/1

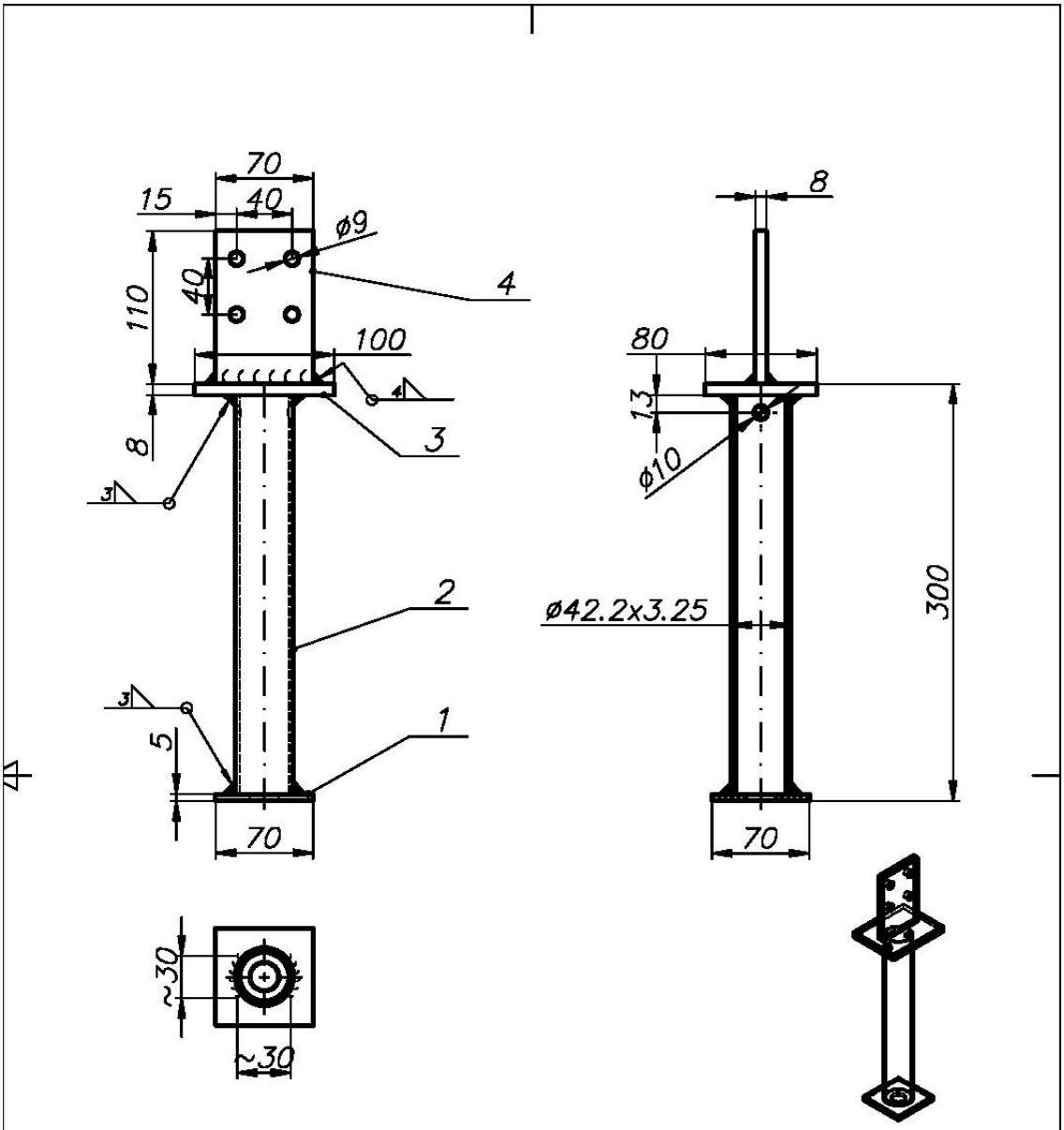




Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
3	1	89810 / 3	Steg 8x70x110	S235JR	
2	1	89810 / 2	Trägeplatte 8x80x100	S235JR	
1	1	89810 / 1	Betonstahl 20x250	B500SP	

Lista elementów

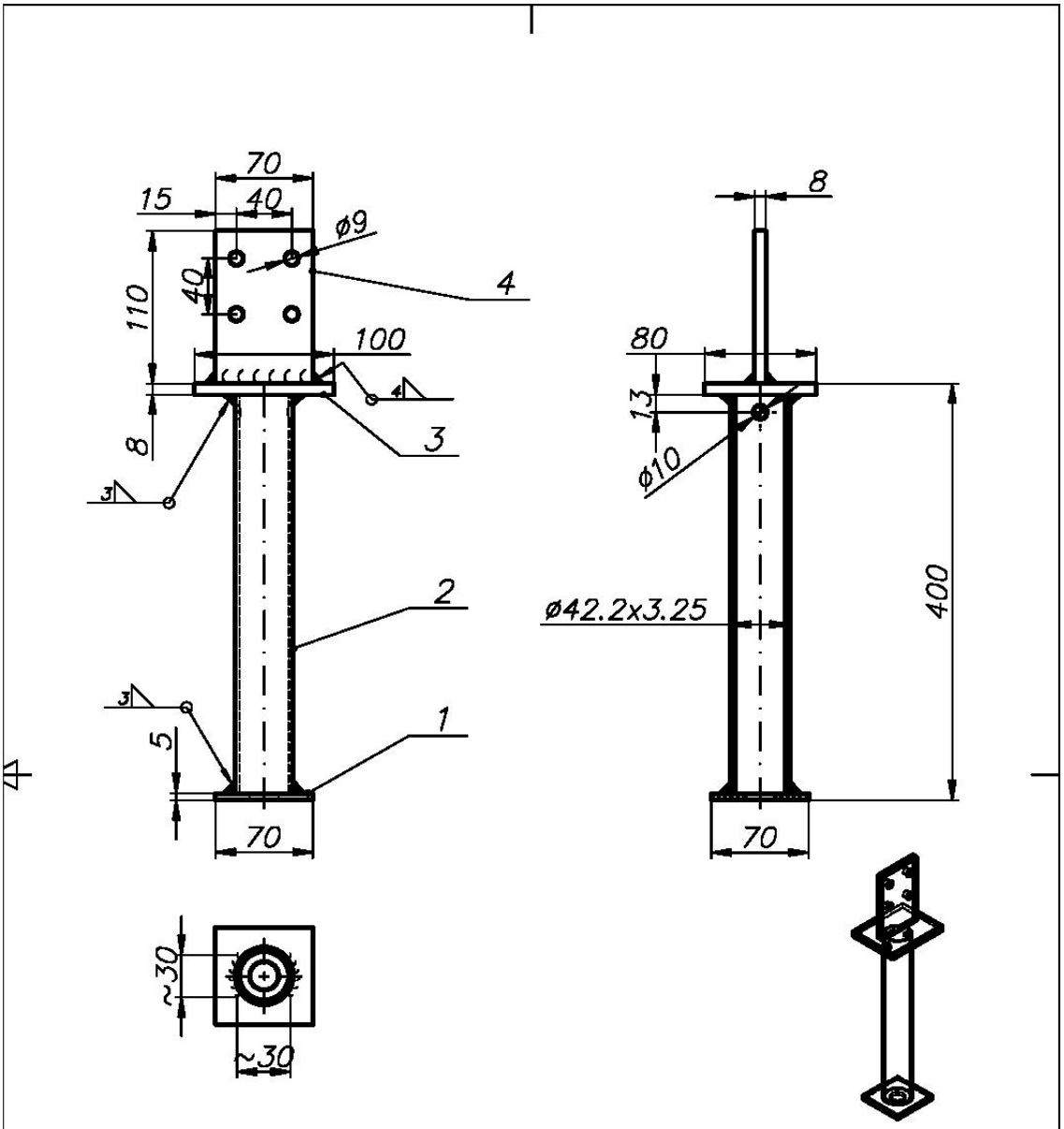
Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam				89810		
				89810	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	89810 / 3	Steg 8x70x110	S235JR	
3	1	89810 / 2	Trägeplatte 8x80x110	S235JR	
2	1	89840 / 2	Rohr 42,2x3,25 L=287	S235JR	
1	1	89840 / 1	Grundplatte 5x70x70	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala
Lakfam				89840		
				89840	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	89810 / 3	Steg 8x70x110	S235JR	
3	1	89810 / 2	Trägeplatte 8x80x110	S235JR	
2	1	89841 / 2	Rohr 42,2x3,25 L=387	S235JR	
1	1	89840 / 1	Grundplatte 5x70x70	S235JR	

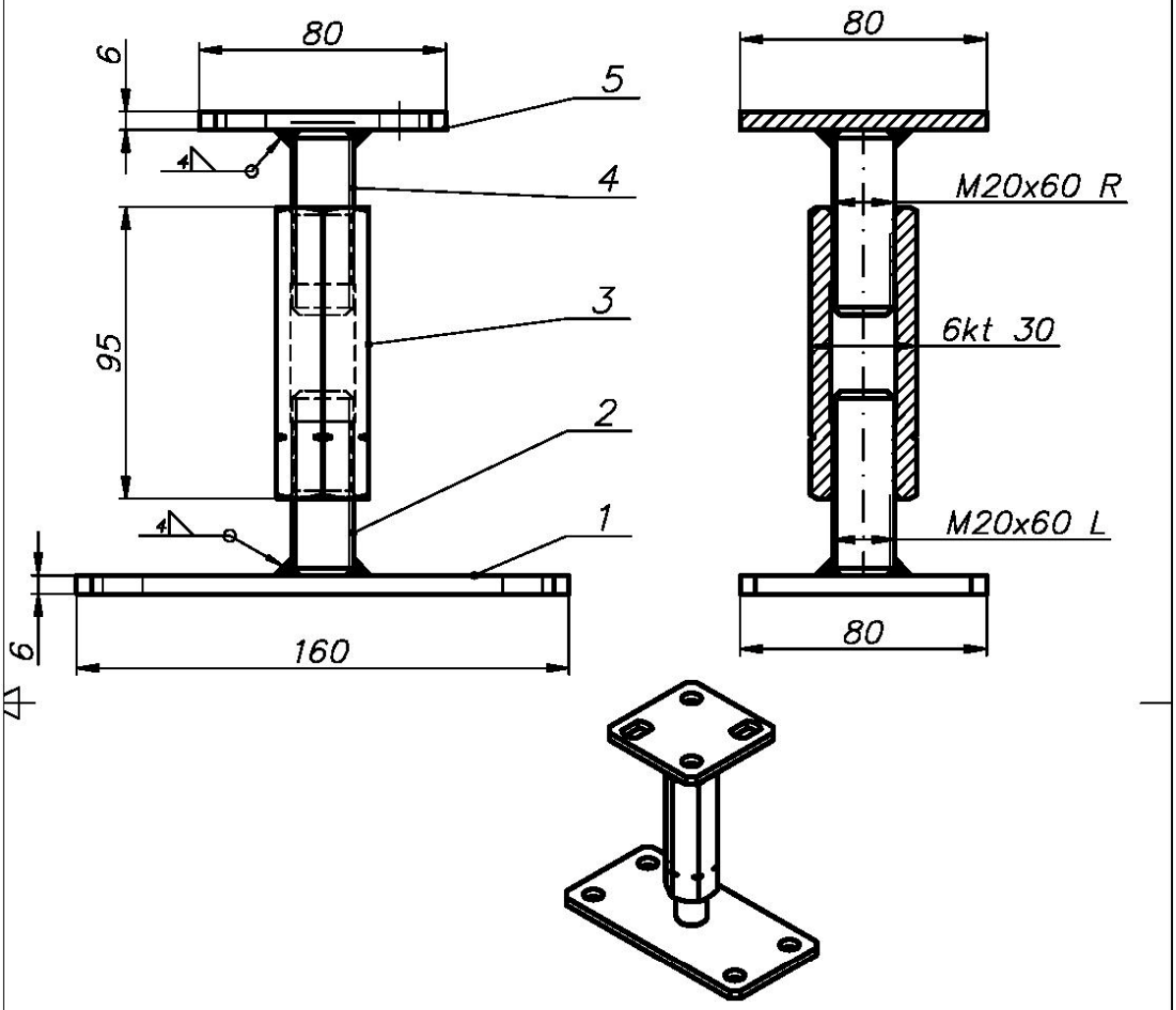
Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala

Lakfam

89841

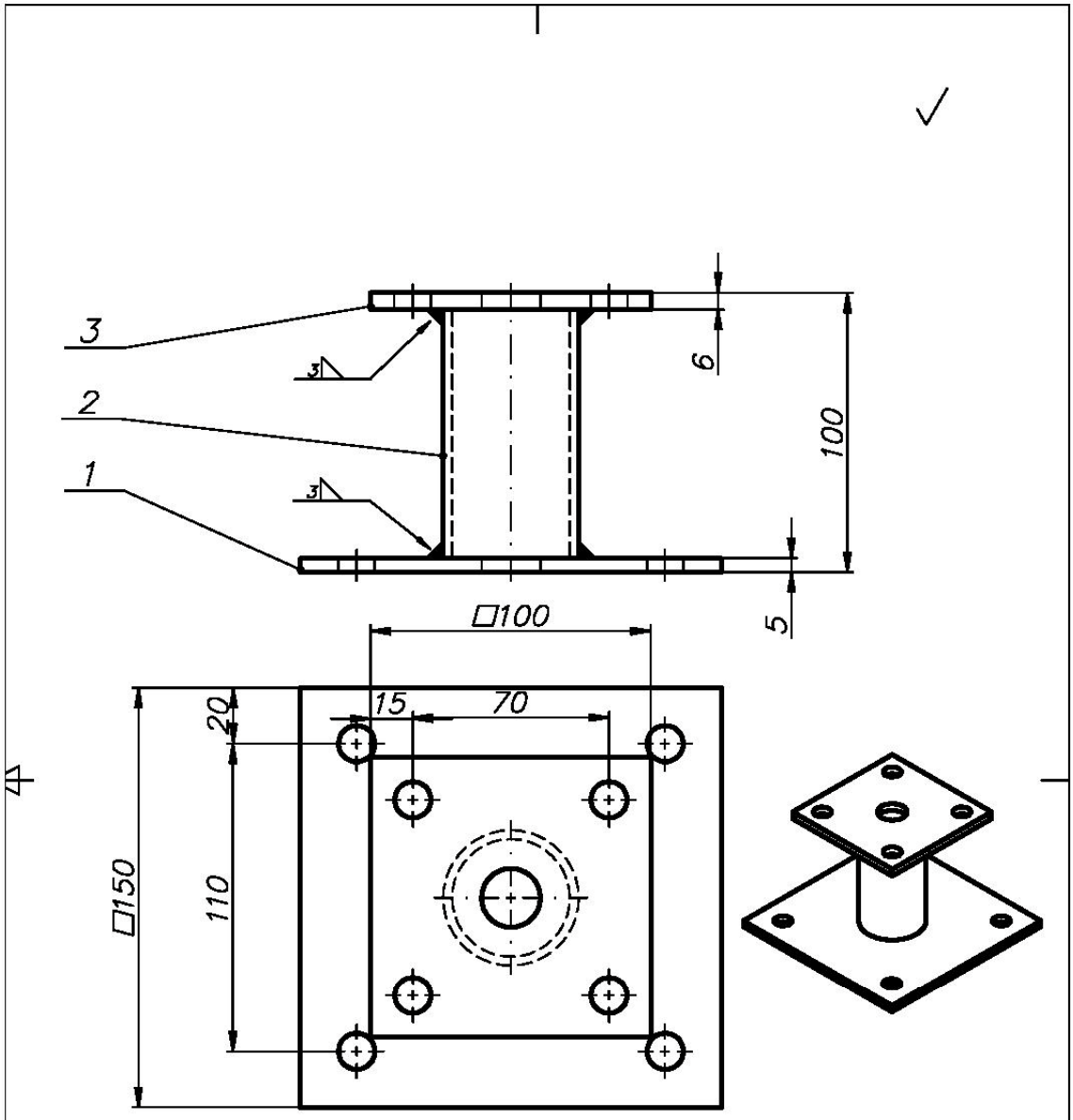
89841 | Edycja 0 | Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
5	1	891050 / 5	Trägeplatte 6x80x80	S235JR	
4	1	DIN 976	Gewindebolzen M20x60–R	S235JR+P+Mo+AR	
3	1	891050 / 3	Gewindehülse M20x95	S235JR	
2	1	DIN 976	Gewindebolzen M20x60–L	S235JR+P+Mo+AR	
1	1	891050 / 1	Grundplatte 6x80x160	S235JR	

Lista elementów

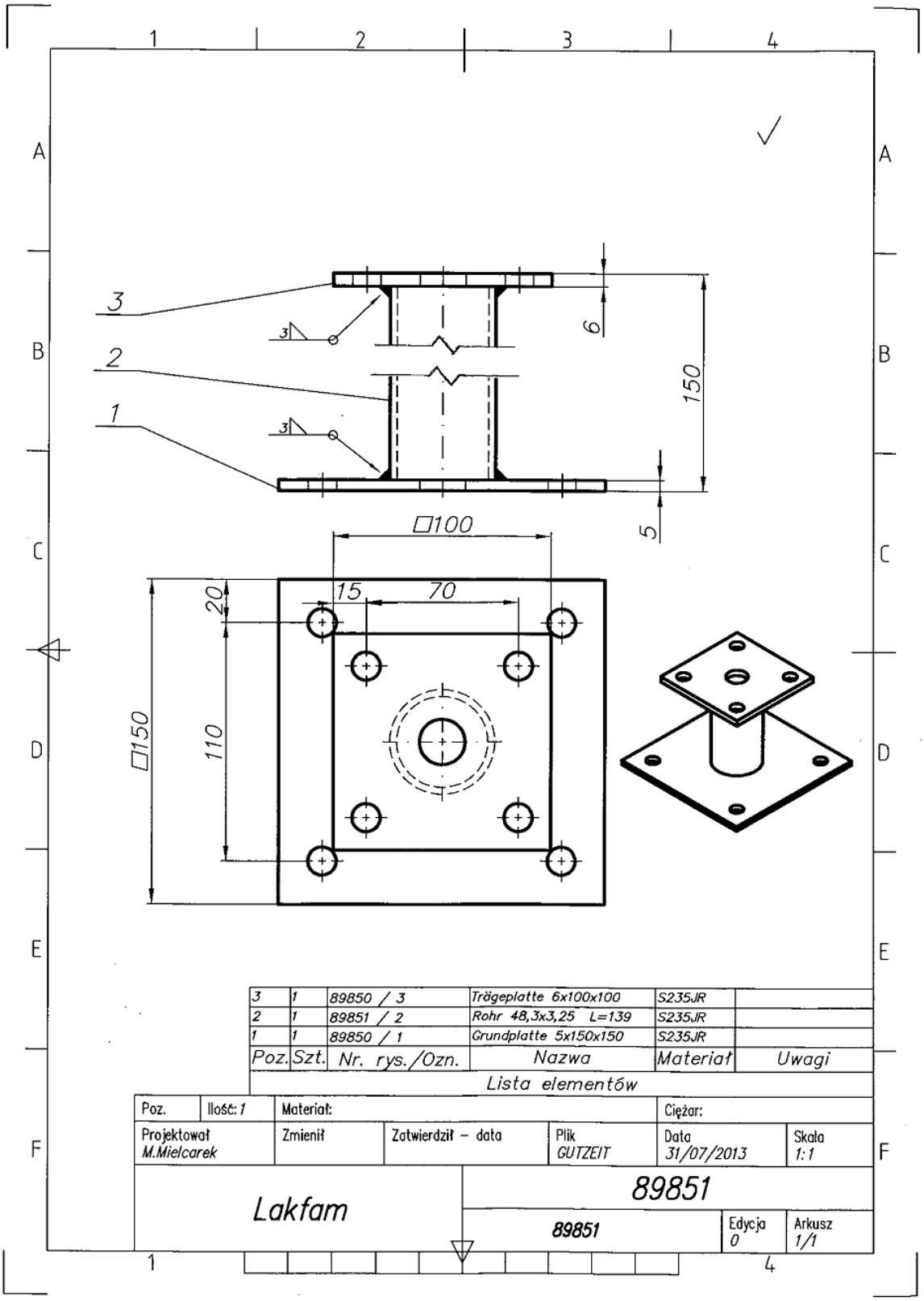
Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 21–07–2009	Skala
Lakfam		891050 – PF–TP				
		891050			Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
3	1	89850 / 3	Trägeplatte 6x100x100	S235JR	
2	1	89850 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=89	S235JR	
1	1	89850 / 1	Grundplatte 5x150x150	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:			Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek		Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala 1:1
Lakfam				89850		
				89850	Edycja 0	Arkusz 1/1

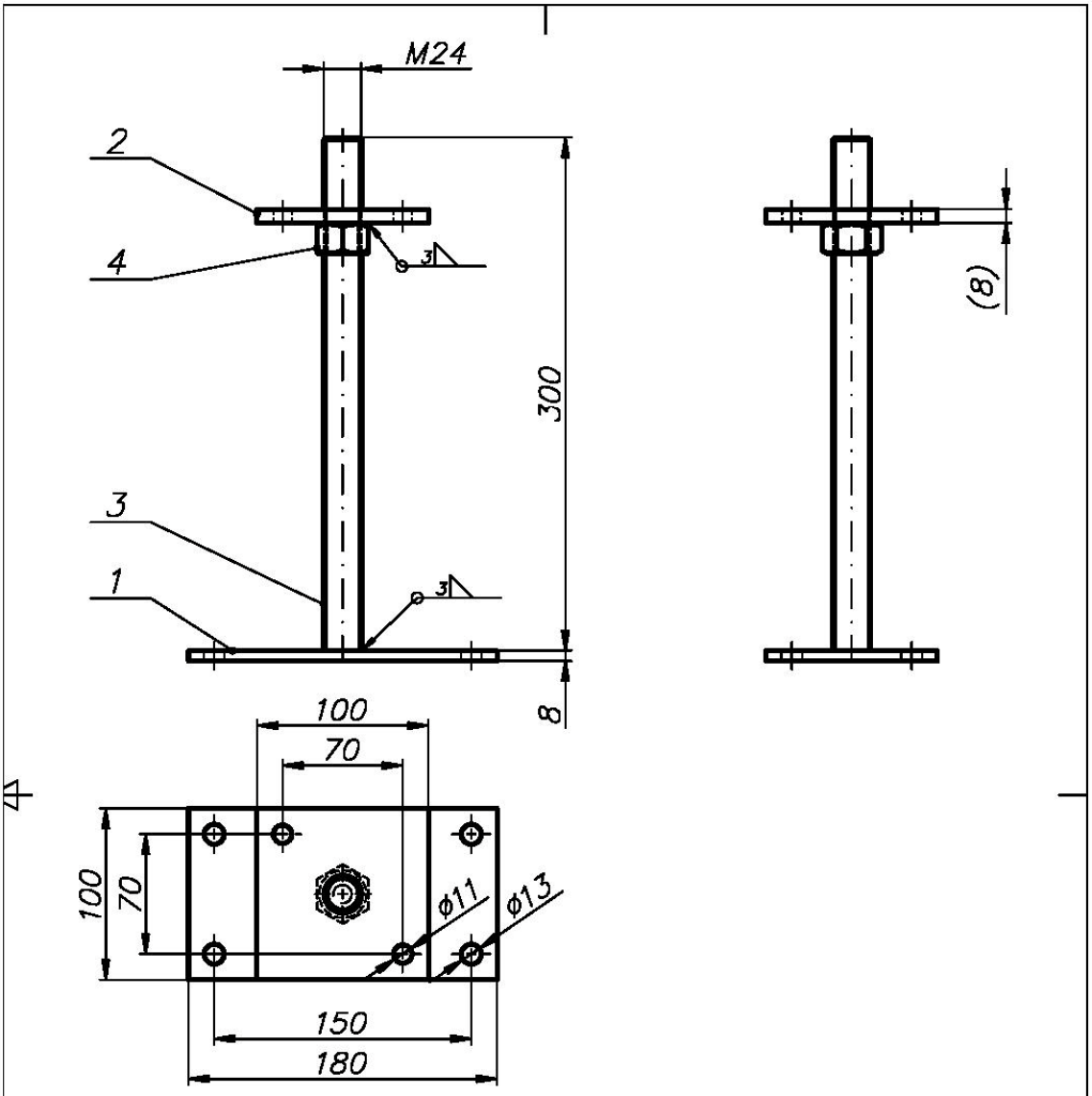


Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
3	1	89850 / 3	Trägeplatte 6x100x100	S235JR	
2	1	89851 / 2	Rohr 48,3x3,25 L=139	S235JR	
1	1	89850 / 1	Grundplatte 5x150x150	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M.Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala 1:1

Lakfam	89851		
	89851	Edycja 0	Arkusz 1/1



Poz.	Szt.	Nr. rys./Ozn.	Nazwa	Materiał	Uwagi
4	1	DIN 934	Mutter M24		
3	1	DIN 976	Gewindestange M24x300	S235JR+C	
2	1	89852 / 2	Trägeplatte 8x100x100	S235JR	
1	1	89852 / 1	Grundplate 8x100x180	S235JR	

Lista elementów

Poz.	Ilość: 1	Materiał:		Ciężar:	
Projektował M. Mielcarek	Zmienił	Zatwierdził – data	Plik GUTZEIT	Data 31/07/2013	Skala 1:1
Lakfam		89852			
		89852		Edycja 0	Arkusz 1/1