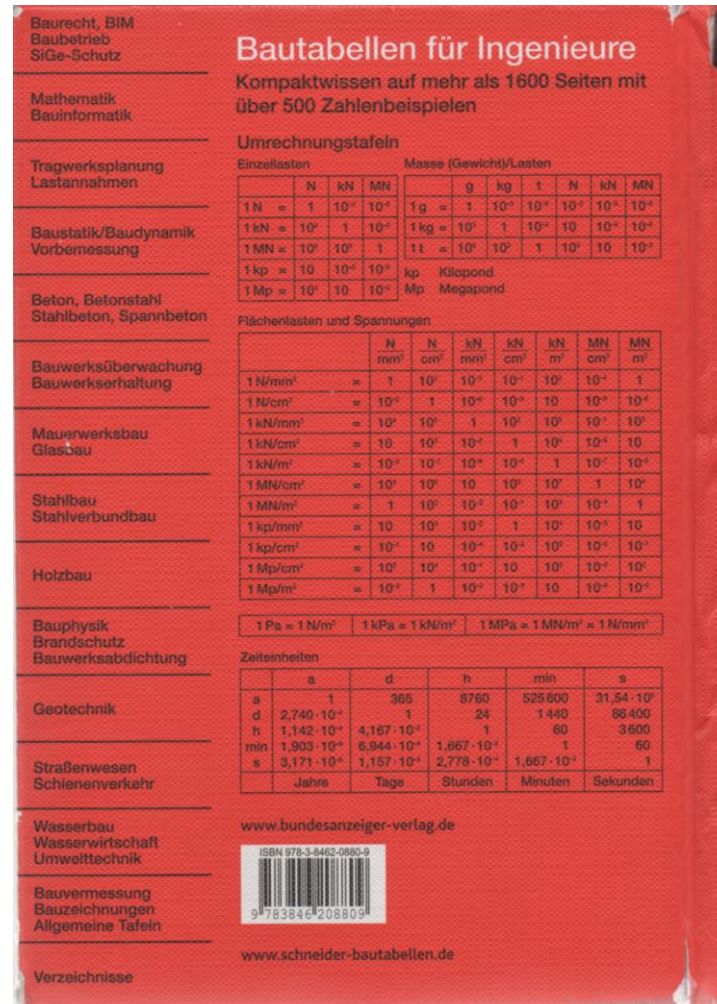


Būvprojektu pārbaudes Aprēķini

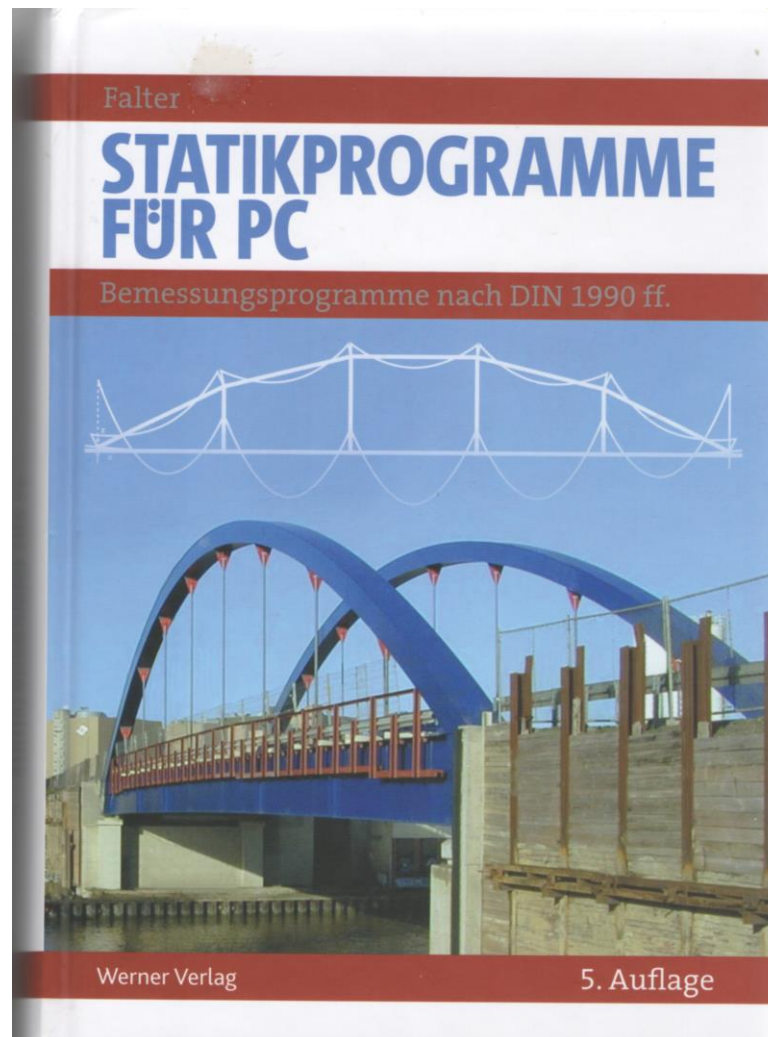
Palīgmateriāli būvkonstrukciju aprēķiniem.



Grāmatas otrajos vākos atrodamā informācija.



Dažādu veidu aprēķinu programmas.



Grāmatas satura kopsavilkums.

Die völlig überarbeitete Neuauflage enthält ca. 30 Windowsprogramme aus den Gebieten Mathematik, Mechanik/Baustatik, Stahlbeton, Stahlbau, Holzbau, Geotechnik und Siedlungswasserwirtschaft auf der Grundlage der neuen Normengeneration DIN EN 1990 ff.

Diese Programme sind für die Ausbildung an Fachhochschulen und Technischen Universitäten sowie für Bauingenieure in der Praxis entwickelt worden. Es werden die theoretischen Grundlagen, der Aufbau der Windows-oberfläche und der Programmablauf erläutert und durch praxisnahe Beispiele veranschaulicht. Dadurch ist eine Einarbeitung in kleinen Schritten mit Erfolgskontrolle und eine Erweiterung bzw. Anpassung der Programme an Anforderungen des Benutzers möglich.

In der 5. Auflage wurden alle relevanten neuen Normen und verschiedene Windows-Programmiertechniken berücksichtigt.

Aus dem Inhalt:

- Elemente der Windowsprogrammierung (Visual Basic 6 und VB 2010)
- Mathematik
- Datenbanken
- Grafikprogrammierung
- Mechanik und Baustatik
- Mauerwerks- und Stahlbetonbau
- Stahlbau
- Holzbau
- Geotechnik
- Siedlungswasserwirtschaft
- Verallgemeinertes Weggrößenverfahren (Stabwerkprogramme)
- Finite Element Methode
- Anhang: Berechnungsalgorithmen der Programme
- CD: alle Programme als Quellen und ausführbare Dateien

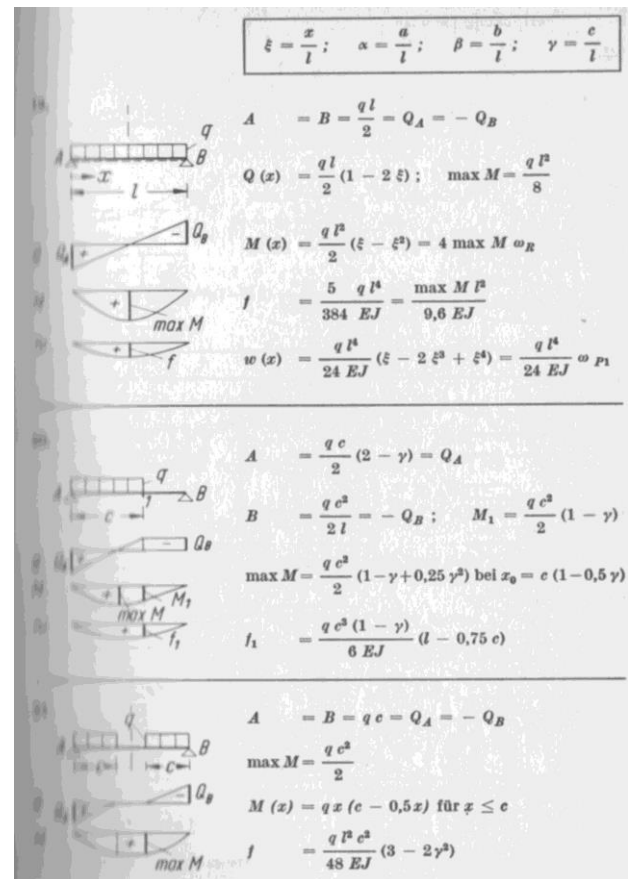
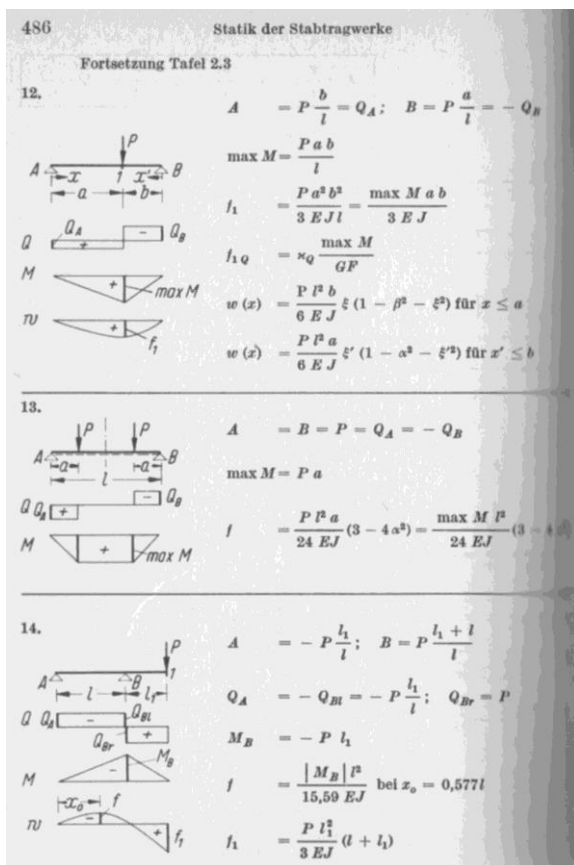
Autor:

Professor Dr.-Ing. Bernhard Falter lehrt Statik und Stahlbau an der Fachhochschule Münster.

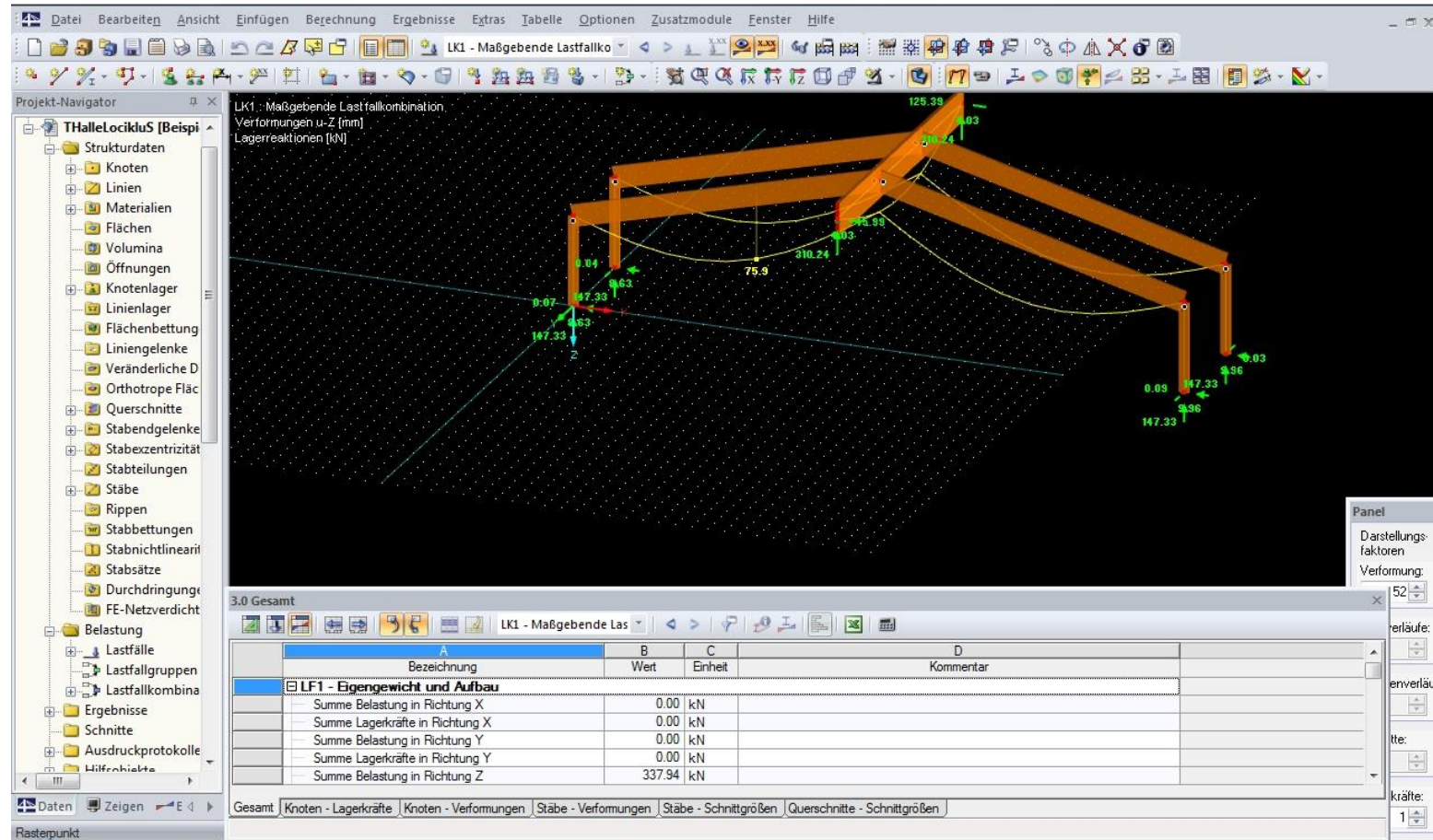
www.werner-verlag.de



Palīglīdzekļi vienkāršāko gadījumu aprēķiniem.



DLUBAL programma RFEM.



Programma PLStatik.

Projekts: Ramis ar passvaru un sniega slodzi

Nosaukums: R01

Mezglu skaits= 10

Stienu skaits= 9

Skersgriezumu skaits= 1

Slodzu vertibu skaits= 1

Nr.	X(m)	Y(m)
1	0	11.9
2	5.9	12.5
3	11.9	12.8
4	17.9	12.5
5	22.9	12.3
6	25.9	12.3
7	30.9	12.5
8	36.9	12.8
9	42.9	12.5
10	48.8	11.9
11		

Nr.	SM	BM	St.Tips	Sk.Tips
1	1	2	1	1
2	2	3	1	1
3	3	4	1	1
4	4	5	1	1
5	5	6	1	1
6	6	7	1	1
7	7	8	1	1
8	8	9	1	1
9	9	10	1	1
10				
11				

Nr.	A(cm2)	Iy(cm4)	E(N/mm2)
1	45.9	5790	210000
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Nr.	Vertiba
1	12.73
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Balstu skaits= 4

Mezglu slodzu rindu skaits= 0

Stienu slodzu rindu skaits= 1

Nr.	Mezglis	Saite X	Saite Y	Saite Fi
1	1	1	1	1
2	5		1	
3	6		1	
4	10	1	1	1
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Nr.	S.Mezglis	B.Mezglis	Tips	Vert.Nr.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Nr.	S.Stienis	B.Stienis	Sl.Tips	S.Vert.	B.Vert.
1	1	9	-2	1	1
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

PLStatik

PG1922

Projekts: Ramis ar passvaru un sniega slodzi

Mezglu skaits

10

Stienu skaits

9

Balstu saisu skaits

8

Skersgriez. tipu skaits

1

Mezglu koordinātes

Nr.	X	Y	Nezin	Nr.	Stienis	Garums	Sm	Bn	Ti
1	0.0000	11.9000	0	0	0	1	5.9304	1	2
2	5.9000	12.5000	1	2	3	2	6.0075	2	3
3	11.9000	12.8000	4	5	6	3	6.0075	3	4
4	17.9000	12.5000	7	8	9	4	5.0040	4	5
5	22.9000	12.3000	10	0	11	5	3.0000	5	6
6	25.9000	12.3000	12	0	13	6	5.0040	6	7
7	30.9000	12.5000	14	15	16	7	6.0075	7	8
8	36.9000	12.8000	17	18	19	8	6.0075	8	9
9	42.9000	12.5000	20	21	22	9	5.9304	9	10
10	48.8000	11.9000	0	0	0				

Sistēmas konfigurācija

Nr.	Stienis	Garums	Sm	Bn	Ti
1	1	5.9304	1	2	
2	2	6.0075	2	3	
3	3	6.0075	3	4	
4	4	5.0040	4	5	
5	5	3.0000	5	6	
6	6	5.0040	6	7	
7	7	6.0075	7	8	
8	8	6.0075	8	9	
9	9	5.9304	9	10	

Stienis stingums

1

Tips

1

Ei(kNm2)

12159.00

Ea(kN)

963900.00

Mezinātie=22 Lentis platums=6 Matricas lielums=117

Slodzes

Nr.	Lielums	Nr.	Lielums	Nr.	Lielums	Nr.	Lielums
1	12.7300						

Mezglu slodzu rindu skaits=0

Stienis slodzu rindu skaits=1

Nr.	Ss	Bs	Tips	Na	Nb
1	1	9	-2	1	1

Aprēķina rezultāti.

Mezglu parvietojumi.

Mezglis	1	2	3	4	5	6
Dx(mm)	0.0000	4.8055	3.9310	-0.7805	1.5046	-1.5
Dy(mm)	0.0000	-106.4343	-210.3176	-183.2928	0.0000	0.0
Fi(rad)	0.0000	0.0237	0.0112	-0.0300	-0.0227	0.

Mezglis	8	9	10
Dx(mm)	-3.9310	-4.8055	0.0000
Dy(mm)	-210.3176	-106.4343	0.0000
Fi(rad)	-0.0112	-0.0237	0.0000

Stienis piepūles

Nr.	Sakuma	Vidu	Beigas
1	M(kNm)	-160.8438	-29.9056
	Q(kN)	63.0317	25.2845
	N(kN)	-973.1595	-973.1595
2	M(kNm)	-10.8960	44.4381
	Q(kN)	37.5406	-0.6972
	N(kN)	-972.5150	-972.5150
3	M(kNm)	-15.0842	102.5109
	Q(kN)		105.2496

Rāmja aplēse ar programmu FEM1.

```
Chipmunk Basic console
w32 ver: pcw2007b2
Chipmunk BASIC v3.6.5(b6)
>load "FEM1.BAS"
>run
FEM1.BAS, VERSION 4.1 PG4021
<EBENES STABWERK, KNOTENLASTEN>

BEM.: BEI ALLEN DIALOGFRAGEN IST FUER JA=J
      UND FUER NEIN =<CR> EINZUGEBEN!

EINHEITEN <GELTEN FUER ALLE EINGABEWERTE UND ERGEBNISSE>
KN; KN/M; KNM

PROJEKT: Ramis
POSITION:1
KNOTENZAHL N= 4
NR. KOORDINATEN
1 X Z
1 ? 0.0
2 ? 0.5
3 ? 10.5
4 ? 10.0
STABZAHL NS= 3
STAB KNOTEN
ANFANG ENDE
1 ? 1.2
2 ? 2.3
3 ? 3.4
LAGERKNOTEN NR= 2
LAGER: FEST=0, FREI=1
KNOTEN XR ZR OR
? 1.0.0.0
? 4.0.0.0

ELASTIZITAETSMODUL
STAHL E=210 000 <N/MM2>
HOLZ C24 E=11 000 <N/MM2>
ELASTIZITAETSMODUL <N/MM2> E= 33000

STABGRUPPE 1
STABNUMMERN:
EINGABEMOEGLICHKEITEN --> 1) I1,I2,I3-I4,I5,USV.
                        2) ENDE = <CR>

STAEBE ? 1-3
FLAECHEN <CM2> A= 10
Flaechenmoment <cm4> IZ= 10000
ZAHL DER ZU BELASTETEN KNOTEN Nq=1
KNOTENLASTEN
KNOTEN FX FZ M
? 2.10.0.0
EINGABEPROTOKOL JA?
```

```
BERECHNUNG...

FREIHEITSGRADE F=6
BANDBREITE B=6

AUFBAU G
LASTVEKTOR QL
LOESUNG GLS.
SCHNITTGROESSEN

ERGEBNISSE:
KNOTENVERSCHIEBUNGEN
      STABANFANG
      STABENDE
      STAB UX<MM> UZ<MM> FI<X1000> UX<MM> UZ<MM> FI<X1000>
1 +0.000 +0.000 +0.000 +28.469 -0.283 +4.956
2 +28.469 -0.283 +4.956 +26.983 +0.283 +4.599
3 +26.983 +0.283 +4.599 +0.000 +0.000 +0.000

SCHNITTGROESSEN
      STAB NA NE QA QE MA ME
1 +1.869 +1.869 +5.094 +5.094 -16.006 +9.465
2 -4.906 -4.906 -1.869 -1.869 +9.465 -9.229
3 -1.869 -1.869 +4.906 +4.906 -9.229 +15.300

ERFOLGREICHE ENDE DER BERECHNUNG
WEITERRECHNEN
Break in line 720
>
```

Sijas aplēse ar programmu FEM2.

```
Chipmunk Basic console
>Load "FEM2.BAS"
>RUN
FEM2.BAS, VERSION 4.2

BEM.: BEI ALLEN DIALOGFRAGEN IST FUER JA=J
      UND FUER NEIN =<CR> EINZUGEBEN!

LAUFWERK FUER DATEIEN <BEI <CR> AKTUELLES LAUFWERK>:
      A, B, C, ...

EINHEITEN <GELTEN FUER ALLE EINGABEWERTE UND ERGEBNISSE>
      KN; KN/M; KNM

PROJEKT: Divu laidumu sija
POSITION:1
SYSTEM AUS DATEI?
KNOTENZAHN N= 3
NR. KOORDINATEN
1 X
2 Y
3 Z
1 ? 0.0
2 ? 5.0
3 ? 10.0
STABZAHN NS= 2
STAB KNOTEN
ANFANG ENDE
1 ? 1.2
2 ? 2.3
LAGERKNOTEN NR= 3
LAGER: FEST=0, FREI=1
KNOTEN NR ZR OR
? 1.0.0.1
? 2.0.1.0
? 3.0.1.0
ZAHN DER STABE MIT ZWISCHENGELLENKEN NG= 0

ELASTIZITAETSMODUL
STAHL E=210 000 <N/MM2>
HOLZ C24 E=11 000 <N/MM2>
ELASTIZITAETSMODUL <N/MM2> E= 210000

STABGRUPPE 1
STABNUMMERN:
EINGABEMOEGLICHKEITEN --> 1) I1,I2,I3-I4,I5,USV.
                        2) ENDE = <CR>
<MAX.2 STABE VORHANDEN>
STABE ? 1-2
FLAECHEN <CM2> A= 100
Flaechenmoment <cm4> IZ= 10000
LASTFALLBEZEICHNUNG: 1
BELASTUNG AUS DATEI ?
Lastfall 1
LASTART:
KNOTENLASTEN =1
GGF. AN ZWISCHENGELLENKEN =2
STABELASTUNGEN =3
ZWANGSVERFORMUNGEN AN LAGERN =4
TEMPERATURSCHWANKUNGEN =5
TEMPERATURUNTERSCHIEDE =6
Ende Lasteingabe [0]


```

```
Chipmunk Basic console

STABELASTUNGEN =3
ZWANGSVERFORMUNGEN AN LAGERN =4
TEMPERATURSCHWANKUNGEN =5
TEMPERATURUNTERSCHIEDE =6
Ende Lasteingabe [0] 1

ZAHN DER ZU BELASTETEN KNOTEN NQ=1
KNOTENLASTEN
KNOTEN FX FZ M
? 2
?? 2.0,10.0
*** warning: unread numeric input ***
LASTART:
KNOTENLASTEN =1
GGF. AN ZWISCHENGELLENKEN =2
STABELASTUNGEN =3
ZWANGSVERFORMUNGEN AN LAGERN =4
TEMPERATURSCHWANKUNGEN =5
TEMPERATURUNTERSCHIEDE =6
Ende Lasteingabe [0] 0

EINGABEPROTOKOL JA?
KORREKTUR DER EINGABE JA?
SYSTEM IN DATEI ?
BALASTUNG IN DATEI ?
BERECHNUNG...

FREIHEITSGRADE F=6
ZWANGSVERFORMUNGEN FZ=-0
BANDBREITE B=5

AUFBAU G
LASTVEKTOR QL
LOESUNG GLS.
SCHNITTGROESSEN
AUFLAGERREAKTIONEN

ERGEBNISSE:
KNOTENVERSCHIEBUNGEN
STABANFANG STABENDE
-STAB UX<MM> UZ<MM> 0<x1000> UX<MM> UZ<MM> <x1000> -
1 +0.000 +0.000 -0.198 +0.048 +0.000 +0.397
2 +0.048 +0.000 +0.397 +0.048 +0.000 -0.198

SCHNITTGROESSEN
-STAB NA NE QA QE MA ME-
1 +2.000 +2.000 -1.000 -1.000 +0.000 -5.000
2 +0.000 +0.000 -1.000 -1.000 +5.000 +0.000

AUFLAGERREAKTIONEN
-KNOTEN AX AZ M -
1 -2.000 +1.000 +0.000
3 +0.000 -1.000 +0.000

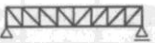
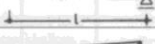
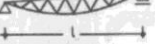
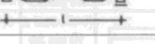

```

Liela laiduma koka konstrukcijas.

9 Weitgespannte Dachtragwerke						
Holzkonstruktionen (aus: Informationsdienst Holz)						
Bezeichnung	Statisches System	System-Skizze	Spannweite l m	Binderhöhe	Binderabstand	Dachneigung α
Dachstuhlträger	Dreieckförmiger Binder		7,5 bis 30	$h \geq \frac{l}{10}$	4 bis 10 m	12 bis 30°
			7,5 bis 20	$h_m \geq \frac{l}{10}$	4 bis 10 m	12 bis 30°
	Trapezförmiger Binder		7,5 bis 30	$h \geq \frac{l}{12}$	4 bis 10 m	3 bis 8°
			7,5 bis 30	$h_m \geq \frac{l}{12}$	4 bis 10 m	3 bis 8°
	Parallelbinder		7,5 bis 60	$h \geq \frac{l}{12} - \frac{l}{15}$	4 bis 10 m	—
			7,5 bis 60	$h \geq \frac{l}{12} - \frac{l}{15}$	4 bis 10 m	—
			7,5 bis 60	$h \geq \frac{l}{12} - \frac{l}{15}$	4 bis 10 m	—
Rahmentragwerke	Dreigelenkrahmen		Kantholzrahmen 15 bis 30	$\frac{l}{12}$	Kantholzrahmen $e=4$ bis 6 m	20°
			Rahmen mit Stützen aus Brett-schichtholz 25 bis 50		weitge-spannte Rahmen $e=6-10$ m	—
	Dreigelenkrahmen, einhüftig		10 bis 20	$\frac{l}{12}$	$e=4$ bis 6 m	3 bis 8°
	Zweigelenkrahmen		Kantholzrahmen 15 bis 40	$\frac{l}{12}$	Kantholzrahmen $e=4$ bis 6 m	3 bis 8°
			Rahmen mit Stäben aus Brett-schichtholz 25 bis 60		weitge-spannte Rahmen $e=6-10$ m	—
Brett-schicht-träger	Einfeldträger, parallel		10 bis 35	$\frac{l}{17}$	5 bis 7,50 m	—
	Einfeldträger, satteldachförmig		10 bis 35	$\frac{l}{15} / \frac{l}{30}$	5 bis 7,50 m	3 bis 8°
	Einfeldträger, geknicktes Satteldach		10 bis 35	$\frac{l}{15} / \frac{l}{30}$	5 bis 7,50 m	max 12°

Liela laiduma tērauda konstrukcijas.

• Stahlkonstruktionen (Beispiele)

Nr	Binderform	System	Binderspannweite	Bindertiefe
1			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
2	parallelgurtig, eben		ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
3			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
4			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
5	Pultdach, geneigter Obergurt		ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
6			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
7			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
8	Satteldach Dreieckform		ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
9			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
10			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{10} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
11			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}\right) l$
12	Satteldach Dreieckform		ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}\right) l$
13			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}\right) l$
14			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}\right) l$
15	Polonceau-binder		ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}\right) l$
16			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}\right) l$

Konstrukcijas pašsvara slodzes.

- 1. Jumta konstrukcijas slodze
- 2. Nesošo elementu slodzes (ja nepieciešams)
- 3. Aprīkojuma slodze

Mainīgās slodzes.

- Sniega slodze saskaņā ar LVS EN 1991-1-3 un NA

Piem. Rīgā sniega slodze uz zemes virsmas $S_k=1.25\text{kN/m}^2$.

Uz jumta $p_s=0.8 \times 1 \times 1.25=1.0\text{kN/m}^2$.

- Vēja slodze saskaņā ar LVS EN 1991-1-4 un NA

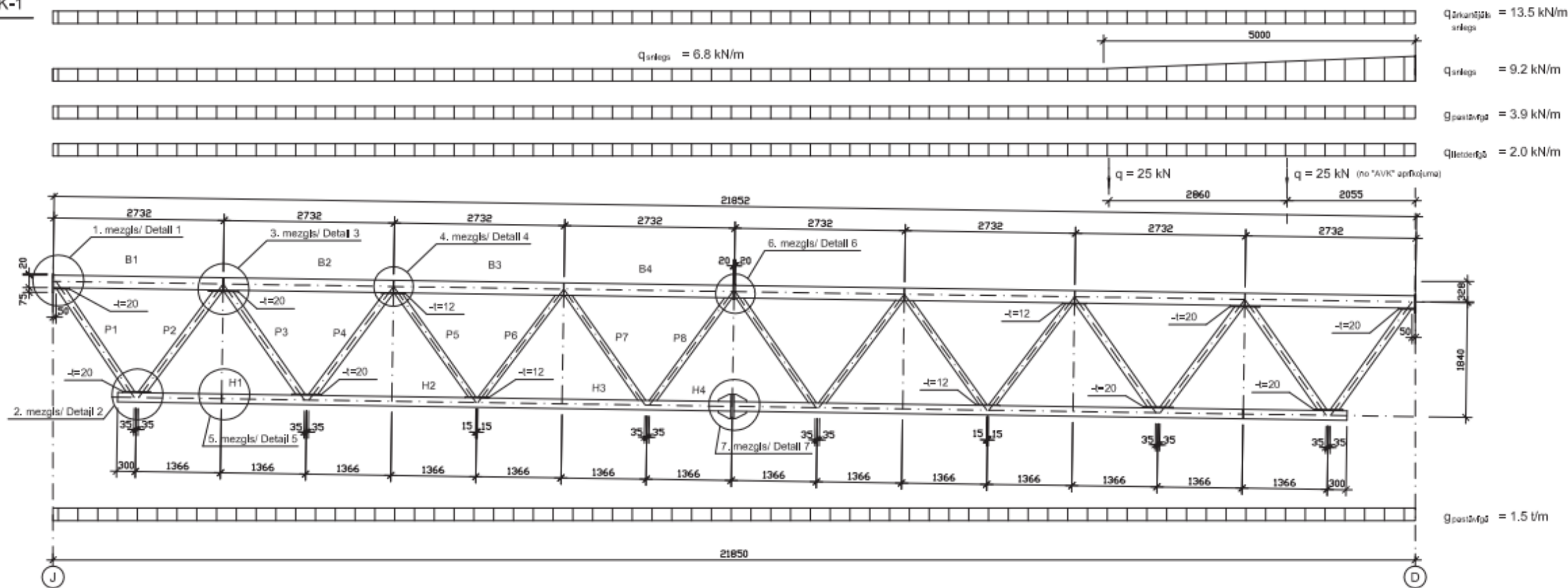
Fundamentālais vēja atrums visā Latvijā $V_{b,o}=21\text{m/s}$, Rīgas jūras līča piekrastes zonā (15km) $V_{b,o}=24\text{m/s}$,

Baltijas jūras piekrastes zonā $V_{b,o}=27\text{m/s}$.

Gaisa blīvums $\rho=1.25\text{kg/m}^3$, vēja slodze $p_w=1/2 \times 1.25 \times V_{b,o}^2 = V_{b,o}^2/16 \text{ kg/m}^2$

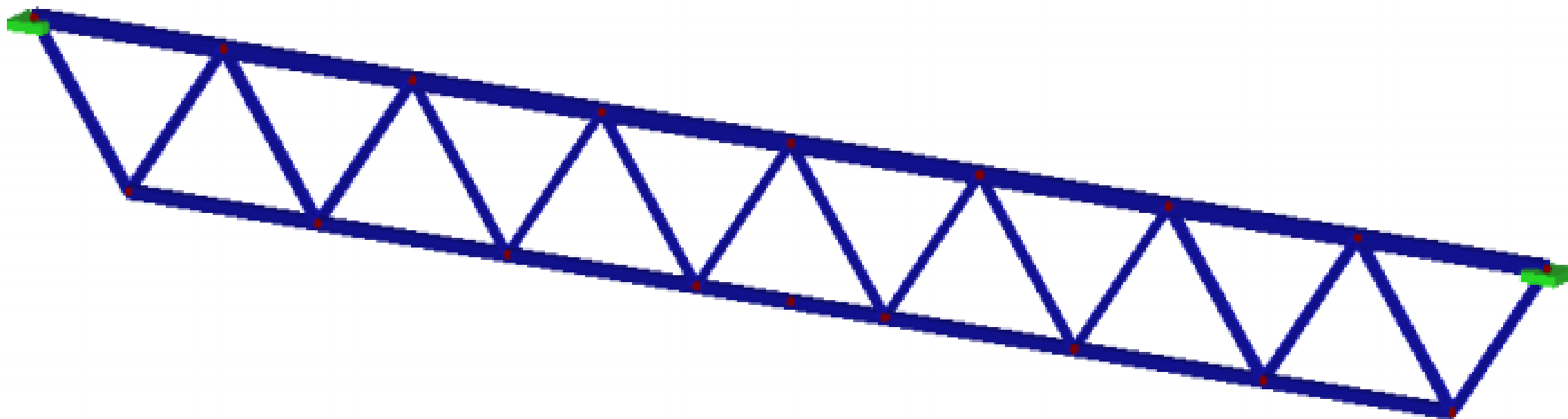
Vēja slodze Latvijā $p_w=21^2/16 \rightarrow 0.28\text{kN/m}^2$, Rīgā $p_w=24^2/16 \rightarrow 0.36\text{kN/m}^2$.

Kopne JK-1



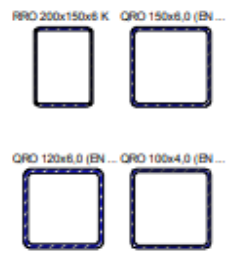
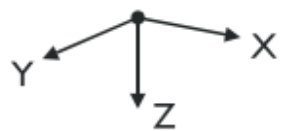
Tērauda kopnes pārbaudes aprēķins ar
DLUBAL programmu RFEM.

Konstrukcijas aprēķina modelis programmai
RFEM.



Kopnes materiāli un šķērsgriezumi.

Izvēloties šķērsgriezumus RFEM automātiski ievērtē nesošo elementu pašvaru un pārējos parametrus.



1.3 MATERIALIEN

Material Nr.	Material-Bezeichnung	Elast.-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnz. μ [-]	Sp. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Beiwert γ_M [-]
1	Beton C30/37 DIN 1045-1:2008-08 Materialmodell - Isotrop...	2830.00	1180.00	0.200	25.00	1.0000E-05	1.000
2	Baustahl S 355 DIN 18800:1990-11 Materialmodell - Isotrop...	21000.00	8100.00	0.300	78.50	1.2000E-05	1.100

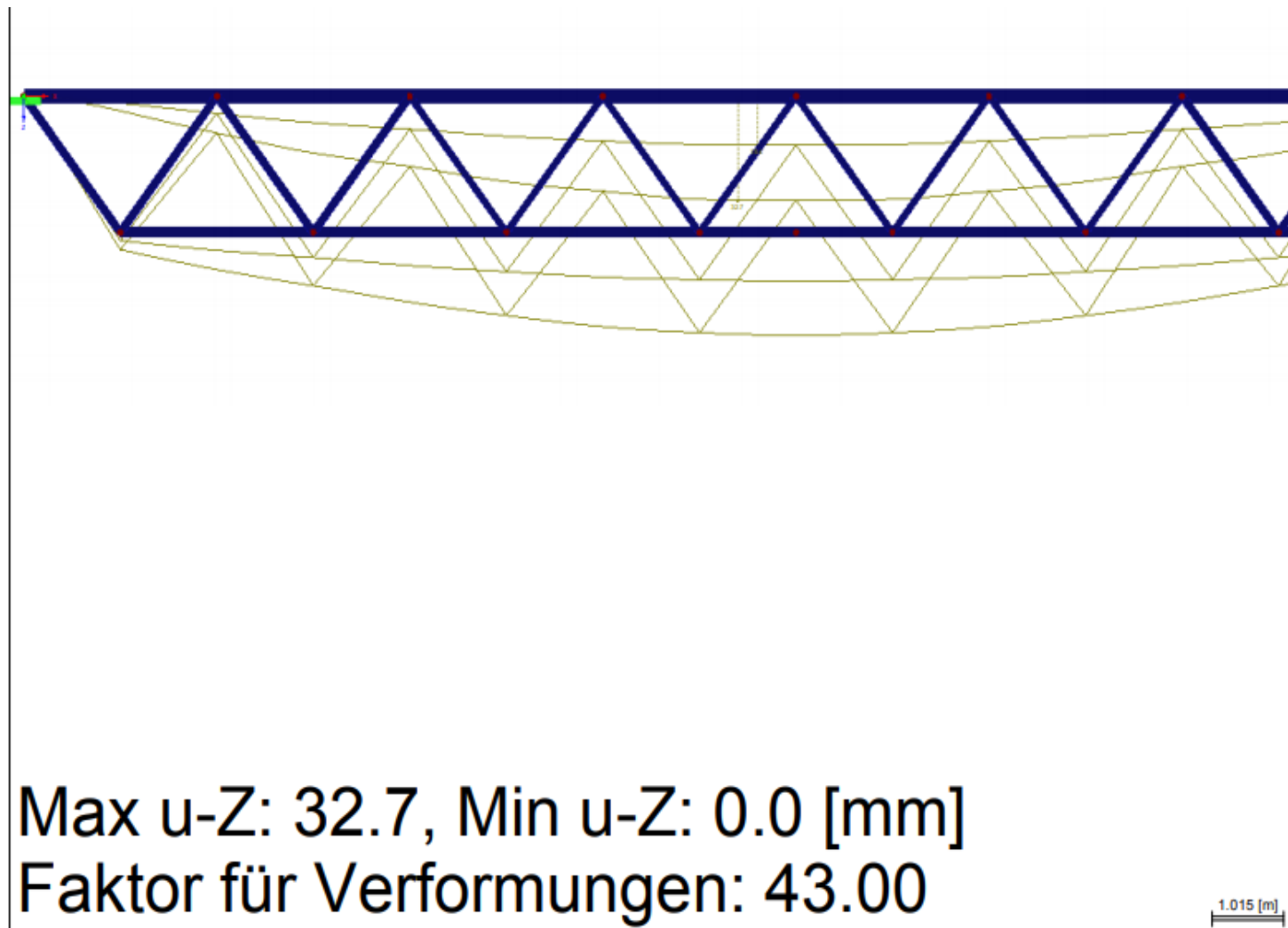
1.7 KNOTENLAGER

Lager Nr.	Knoten Nr.	Lagerdrehung [°]				Stütze In Z	Lagerung bzw. Feder [kN/m] [kNm/rad]						
		Folge	um X	um Y	um Z		u _{X'}	u _{Y'}	u _{Z'}	ϕ _{X'}	ϕ _{Y'}	ϕ _{Z'}	
1	1,9	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☒	☒	☒	☒	

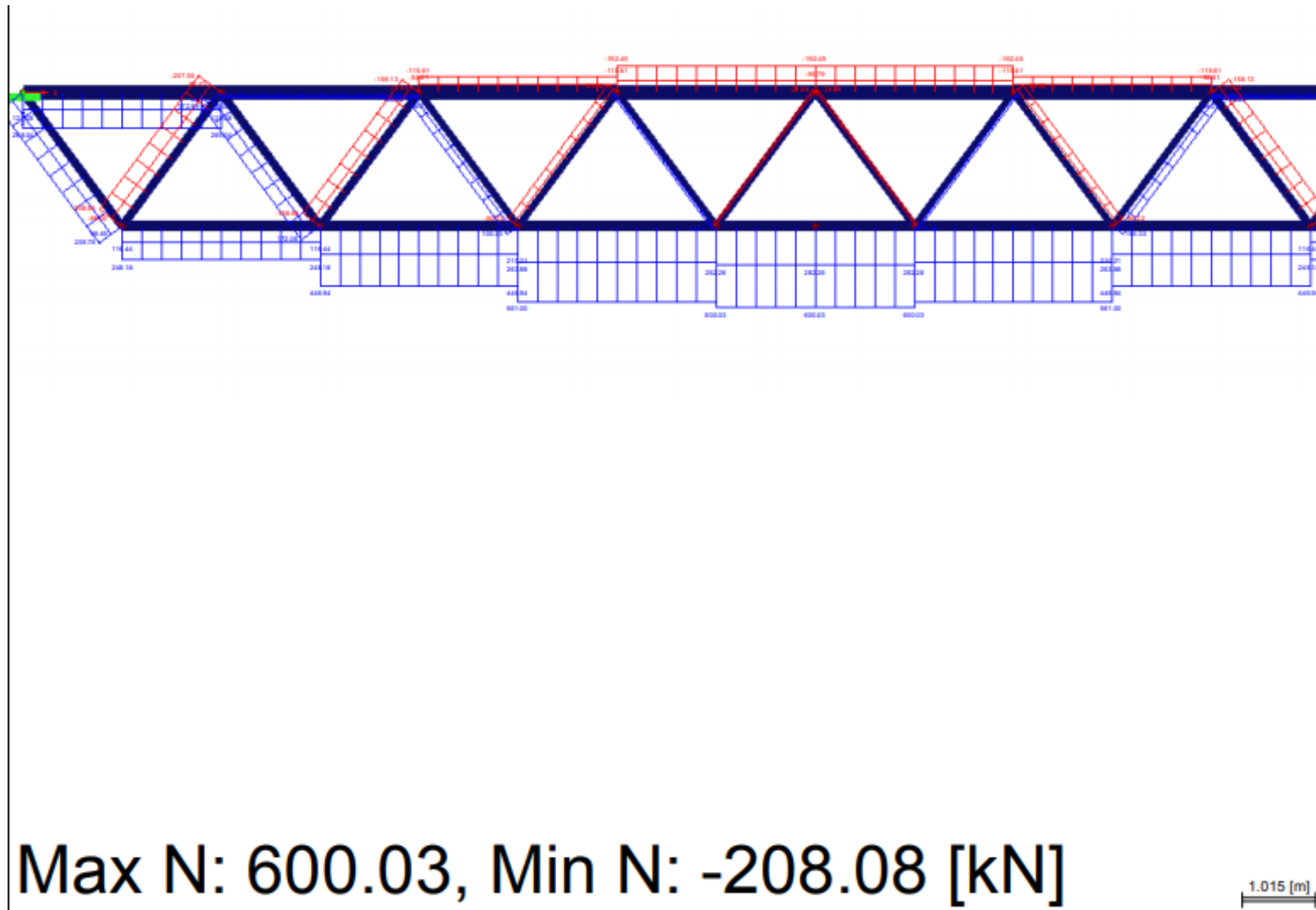
1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Querschnitts-Bezeichnung	Mater. Nr.	I _T [cm ⁴] A [cm ²]	I _y [cm ⁴] A _y [cm ²]	I _z [cm ⁴] A _z [cm ²]
1	RRO 200x150x6 K	2	2832.58 39.32	2236.93 13.52	1439.61 20.64
2	QRO 150x6,0 (EN 10210-2)	2	1824.03 34.17	1173.56 14.51	1173.56 14.51
3	QRO 120x6,0 (EN 10210-2)	2	907.97 26.97	579.43 11.51	579.43 11.51
4	QRO 100x4,0 (EN 10210-2)	2	360.30 15.19	231.81 6.45	231.81 6.45

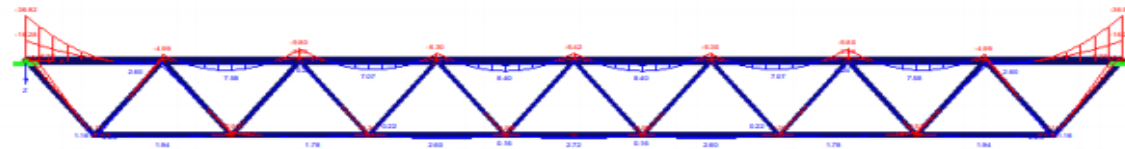
Aprēķinātās konstrukcijas deformācijas.



Ass spēku piepūles.



Lieces momentu piepūles.



Max M-y: 8.40, Min M-y: -36.92 [kNm]

1.668 [m]

Tabula ar profilu nestspēju.

$$M = W \text{ cm}^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0.001 = \text{KN} \cdot \text{m}$$

$$N = A \text{ cm}^2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0.1 = \text{KN}$$

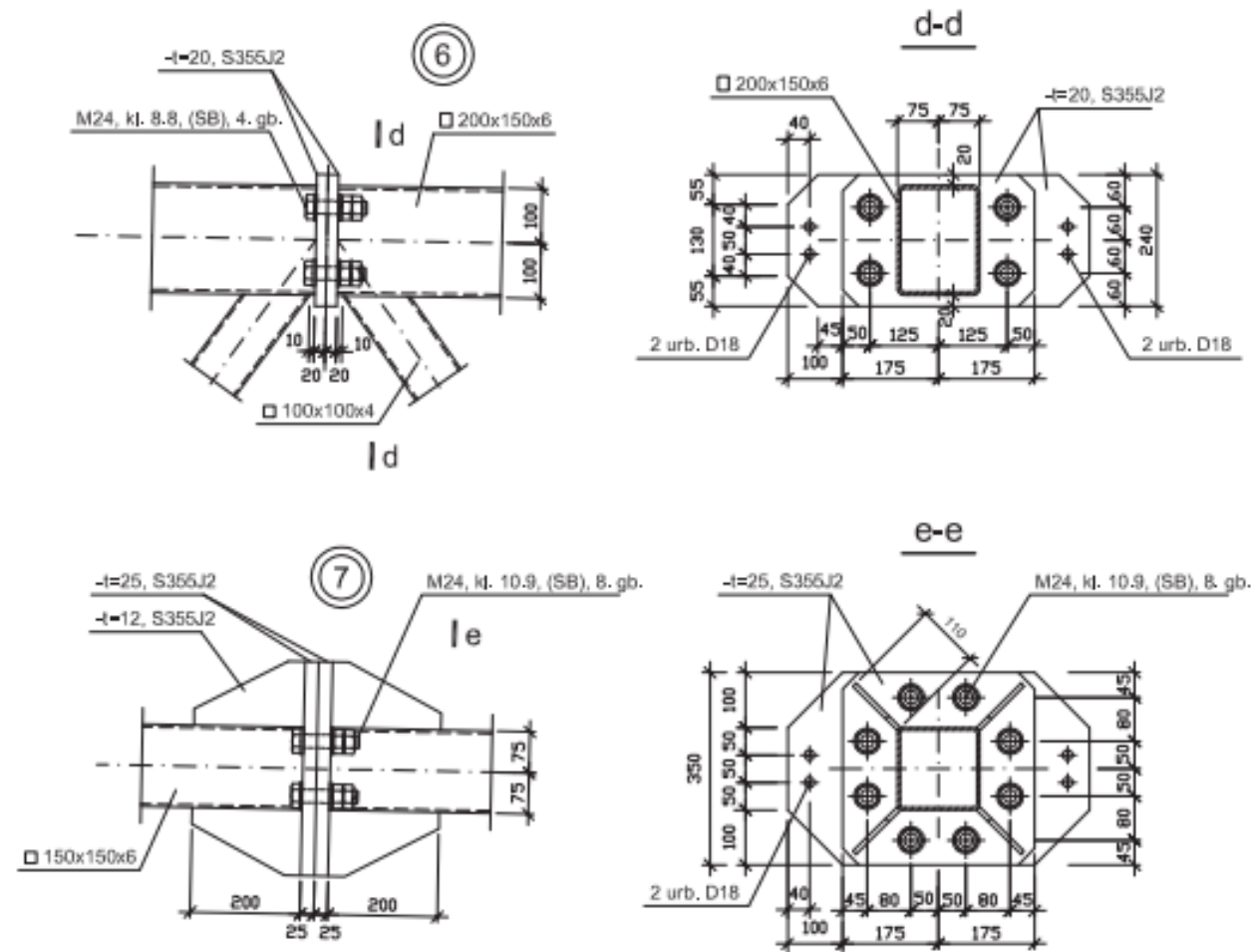
Stahlbauprofile 8,185

Profilen IPE, HEA, HEB, HEM nach DIN EN 10 365, Tab. 1 und 2

	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Profilhöhe	80	100	120	140	160	180	200	220	240
mm	46	55	64	73	82	91	100	110	120
mm	3,8	4,1	4,4	4,7	5	5,3	5,6	5,9	6,2
mm	5,2	5,7	6,3	6,9	7,4	8	8,5	9,2	9,8
mm	5	7	7	7	9	9	12	12	15
mm	59,6	74,6	93,4	112	127	146	159	178	190
cm ²	7,6	10,3	13,2	16,4	20,1	23,9	28,5	33,4	39,1
cm ²	4,78	6,27	8,06	10,1	12,1	14,6	17,0	20,2	23,5
cm ²	3,6	5,1	6,3	7,6	9,7	11,2	14	15,9	19,1
cm ²	2,64	3,63	4,73	5,93	7,26	8,69	10,2	11,9	13,7
kN/m	0,06	0,081	0,104	0,129	0,158	0,188	0,224	0,262	0,307
m ² /m	0,3278	0,3998	0,4752	0,5502	0,6221	0,6979	0,7682	0,8484	0,9210
-	0,374	0,391	0,389	0,386	0,396	0,391	0,404	0,394	0,398
-	15,7	18,2	21,2	23,9	25,4	27,5	28,4	30,1	30,7
-	3,1	3,2	3,6	3,9	4	4,2	4,1	4,4	4,3
cm ⁴	80,1	171	318	541	869	1320	1940	2770	3890
cm ³	20	34,2	53	77,3	109	146	194	252	324
cm ³	23,22	39,41	60,73	88,34	123,9	166,4	220,6	285,4	366,6
-	0,341	0,370	0,351	0,336	0,355	0,342	0,369	0,352	0,371
-	0,626	0,609	0,611	0,614	0,604	0,609	0,596	0,606	0,602
cm	3,24	4,07	4,9	5,74	6,58	7,42	8,26	9,11	9,97
-	a	a	a	a	a	a	a	a	a
cm ⁴	8,49	15,9	27,7	44,9	68,3	101	142	205	284
cm ³	3,69	5,79	8,65	12,3	16,7	22,2	28,5	37,3	47,3
cm ³	5,818	9,146	13,58	19,25	26,1	34,6	44,61	58,11	73,92
-	0,468	0,493	0,477	0,465	0,481	0,47	0,492	0,476	0,489
cm	1,05	1,24	1,45	1,65	1,84	2,05	2,24	2,48	2,69
cm	1,2	1,42	1,66	1,9	2,11	2,36	2,56	2,84	3,08
-	b	b	b	b	b	b	b	b	b
cm ³	11,6	19,7	30,4	44,2	61,9	83,2	110	143	183
cm ⁴	0,698	1,2	1,74	2,45	3,6	4,79	6,98	9,07	12,9
cm ⁴	0,118	0,351	0,89	1,981	3,959	7,431	12,99	22,67	37,39
cm ³	8,6	13	18,2	24,3	31,3	39,1	47,9	58	69,1
cm ³	47,77	36,31	27,46	21,84	18,73	15,77	14,40	12,42	11,54
kN	179,5	242,1	310,2	385,4	472,4	561,7	669,8	784,9	918,9
kNm	5,5	9,3	14,3	20,8	29,1	39,1	51,8	67,1	86,2
kNm	4,7	8	12,5	18,2	25,6	34,3	45,6	59,2	76,1
kN	64,9	85,1	109	137	165	198	231	275	319
kNm	1,4	2,1	3,2	4,5	6,1	8,1	10,5	13,7	17,4
kNm	0,9	1,4	2	2,9	3,9	5,2	6,7	8,8	11,1
kN	48,5	68,7	85,4	103,3	131,1	152	190,2	215,9	259,5
kNm ²	0,048	0,096	0,172	0,288	0,446	0,669	0,956	1,38	1,91
1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/2	1/1/1/2	1/1/2/3	1/1/2/3	1/1/2/4	1/2/2/4
1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1
80	100	120	140	160	180	200	220	240	

K.L. nur für Stahlgüten S 235 / S 275 / S 355 / S 420; KL für S 460 siehe Tafel 8.25
 Grenzschnittgröße = Tafelwert $\times (f_y / 235)$ mit f_y in N/mm²; $\gamma_{M0} = 1,0$
 OK für Stahlgüten S 235 / S 275 / S 355 / S 460

Kopnes centrālo mezglu konstrukcija.



Tabula dažādu bultskrūvju stiepes nestspēja.

11.3 Beanspruchbarkeit auf Zug [-1-8/3.6.1]

Die Tragsicherheit auf Zug ist nachgewiesen, wenn die vorhandene Zugkraft $F_{t,Ed}$ je Schraube die Grenzzugkraft $F_{t,Rd}$ nicht überschreitet.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$k_2 = 0,63$ für Senkschrauben
 $k_2 = 0,9$ für alle anderen Schraubenarten

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

f_{ub} Zugfestigkeit des Schraubenwerkstoffes nach Tafel 8.4d
 A_s Spannungsquerschnittsfläche nach Tafel 8.58b
 $\gamma_{M2} = 1,25$

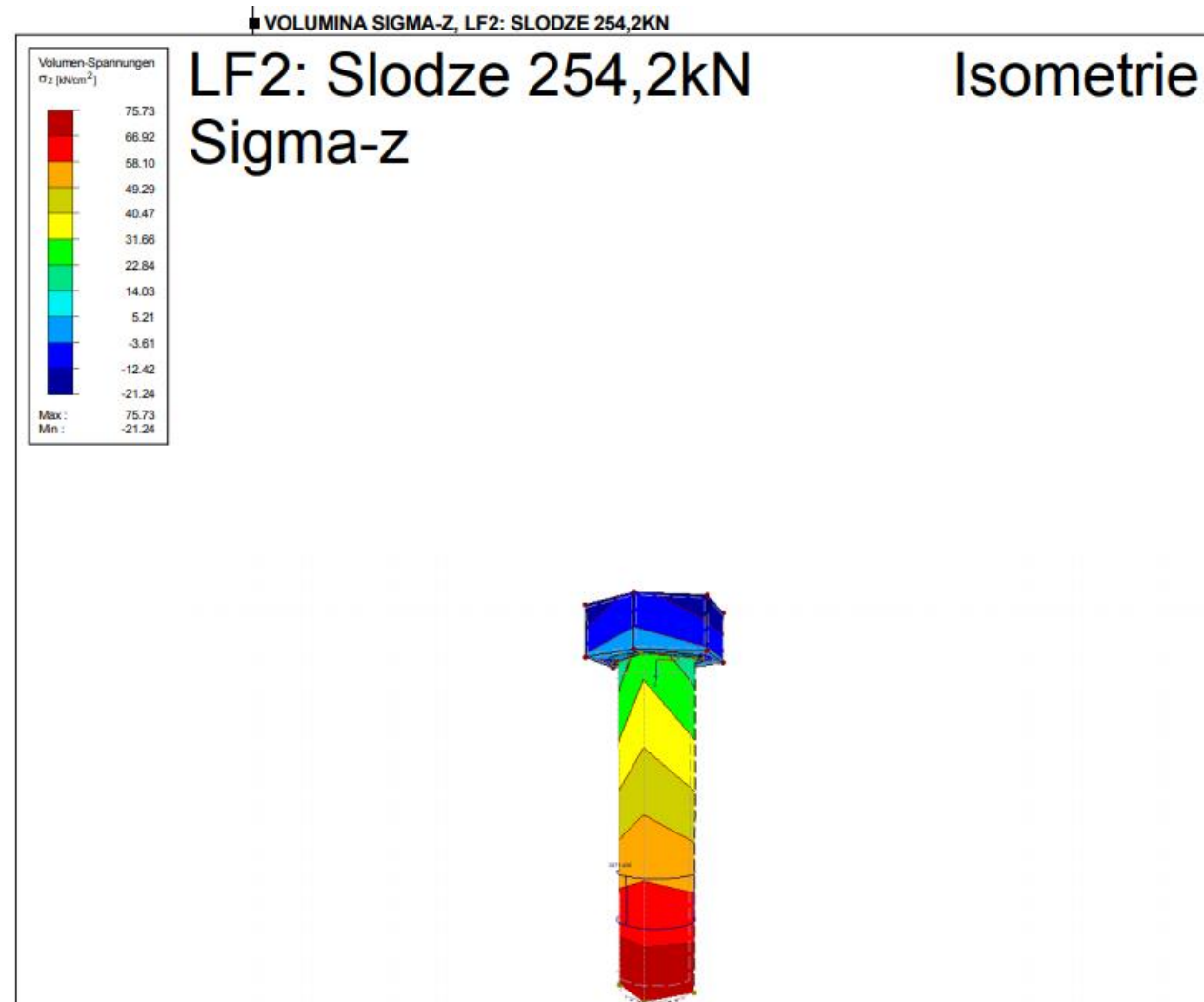
Tafel 8.51a Grenzzugkräfte $F_{t,Rd}$ in kN je Schraube

Schraubenfestigkeit		Schraubengröße							
		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Senkschrauben	4.6	17,0	31,7	49,4	61,1	71,2	92,5	113,1	164,7
	5.6	21,2	39,6	61,7	76,4	89,0	115,7	141,4	205,9
	8.8	34,0	63,3	98,8	122,2	142,3	185,1	226,2	329,4
	10.9	42,5	79,1	123,5	152,7	177,9	231,3	282,7	411,8
alle Schrauben (außer Senk- schrauben)	4.6	24,3	45,2	70,6	87,3	101,7	132,2	161,6	235,3
	5.6	30,3	56,5	88,2	109,1	127,1	165,2	202,0	294,1
	8.8	48,6	90,4	141,1	174,5	203,3	264,4	323,1	470,6
	10.9	60,7	113,0	176,4	218,2	254,2	330,5	403,9	588,2

Kopnes apakšējā skrūvju savienojuma mezgla nestspēja.

- $N_{Ed}=600.03\text{kN}$
- Savienojums izveidots ar 8M24 10.9 klases bultskrūvēm.
- $N_{Rd}=177.9\text{kN}\times 8=1423.2\text{kN}$
- $N_{Ed}<N_{Rd}$, savienojuma skrūvju nestspēja nodrošināta.
- Tālāk būtu jāparbauda savienojošo elementu izmēri, skrūvju attālumi savstarpēji un no malām.
- Metinājumu nestspeja.

Spriegumu sadalījums stieptai bultskrūvei.



Savienojuma mezgls ar skrūvju cirpes savienojumu.

4.2.2 Beanspruchbarkeit auf Abscheren [-1-8/3.6.1]

Die Tragsicherheit auf Abscheren ist nachgewiesen, wenn die vorhandene Abscherkraft $F_{v,Ed}$ Scherfuge und Schraube die Grenzaabscherkraft $F_{v,Rd}$ nicht überschreitet.

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_{(s)} / \gamma_{M2}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

f_{ub} Zugfestigkeit des Schraubenwerkstoffes nach Tafel 8.50a
 $A_{(s)}$ Schaftquerschnittsfläche A bzw. Spannungsquerschnittsfläche A_s nach Tafel 8.58b
 α_v Parameter siehe Tafel 8.50b

Falls die Scherfuge im Gewinde liegt, ist statt der Schaftquerschnittsfläche A die Spannungsquerschnittsfläche A_s nach Tafel 8.58b anzusetzen. Bei Passschrauben muss in der Regel die Scherfuge im Schaft liegen [-1-8/3.6.1(7)].

Tafel 8.50b Grenzaabscherkräfte

Scherfuge	Schraubenfestigkeitsklasse (SFK)	Grenzaabscherkraft
im Schaft	4.6 / 5.6 / 8.8 / 10.9	$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2}$
im Gewinde	4.6 / 5.6 / 8.8	$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$
im Gewinde	10.9	$F_{v,Rd} = 0,5 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$

Tafel 8.50c Grenzaabscherkräfte $F_{v,Rd}$ in kN je Scherfuge

Lage der Scherfuge	SFK	Schraubengröße							
		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
im Schaft	4.6	21,7	38,6	60,3	73,0	86,8	110,0	133,1	187,1
	5.6	27,1	48,2	75,4	91,2	108,5	137,5	169,7	235,7
	8.8	43,4	77,2	120,6	145,9	173,6	220,0	271,8	374,8
	10.9	54,2	96,5	150,7	182,4	217,0	275,0	339,4	470,4
im Gewinde	4.6	16,2	30,1	47,0	58,2	67,8	88,1	107,7	147,1
	5.6	20,2	37,7	58,8	72,7	84,7	110,2	134,8	187,1
	8.8	32,4	60,3	94,1	116,4	135,6	176,3	215,8	297,1
	10.9	33,7	62,8	98,0	121,2	141,2	183,6	224,4	307,1
im Schaft (Passschrauben)	4.6	25,5	43,6	66,4	79,7	94,3	118,1	145,0	200,0
	5.6	31,9	54,5	83,0	99,6	117,8	147,8	181,1	249,0
	8.8	51,1	87,2	132,9	159,4	188,5	236,5	289,0	399,0
	10.9	63,8	109,0	166,1	199,2	235,7	295,7	367,4	507,4

Stiepti liekta dzelzsbetona elementa ar stieptās joslas stiegrojuma aprēķins.

5.160 Stahlbeton- und Spannbetonbau

Tafel 2a

mit $M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed} \cdot z_{st}$
 $F_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{cd} \cdot \eta_c$ (i. Allg. gilt $\alpha_{cc} = 0,8$)

μ_{Eds}	ω	$\xi = \frac{x}{d}$	$\zeta = \frac{z}{d}$	ϵ_{s2} in ‰	ϵ_{s1} in ‰	$\sigma_{s1}^{(1)}$ in MPa BSt 500	$\sigma_{s2}^{(2)}$ in MPa BSt 500
0,01	0,0101	0,030	0,990	-0,77	25,00	435	457
0,02	0,0203	0,044	0,985	-1,15	25,00	435	457
0,03	0,0306	0,055	0,980	-1,46	25,00	435	457
0,04	0,0410	0,066	0,976	-1,76	25,00	435	457
0,05	0,0515	0,076	0,971	-2,06	25,00	435	457
0,06	0,0621	0,086	0,967	-2,37	25,00	435	457
0,07	0,0728	0,097	0,962	-2,68	25,00	435	457
0,08	0,0836	0,107	0,956	-3,01	25,00	435	457
0,09	0,0946	0,118	0,951	-3,35	25,00	435	457
0,10	0,1057	0,131	0,946	-3,50	23,29	435	455
0,11	0,1170	0,145	0,940	-3,50	20,71	435	452
0,12	0,1285	0,159	0,934	-3,50	18,55	435	450
0,13	0,1401	0,173	0,928	-3,50	16,73	435	449
0,14	0,1518	0,188	0,922	-3,50	15,16	435	447
0,15	0,1638	0,202	0,916	-3,50	13,80	435	446
0,16	0,1759	0,217	0,910	-3,50	12,61	435	445
0,17	0,1882	0,232	0,903	-3,50	11,56	435	444
0,18	0,2007	0,248	0,897	-3,50	10,62	435	443
0,19	0,2134	0,264	0,890	-3,50	9,78	435	442
0,20	0,2263	0,280	0,884	-3,50	9,02	435	441
0,21	0,2395	0,296	0,877	-3,50	8,33	435	441
0,22	0,2528	0,312	0,870	-3,50	7,71	435	440
0,23	0,2665	0,329	0,863	-3,50	7,13	435	440
0,24	0,2804	0,346	0,856	-3,50	6,60	435	439
0,25	0,2946	0,364	0,849	-3,50	6,12	435	439
0,26	0,3091	0,382	0,841	-3,50	5,67	435	438
0,27	0,3239	0,400	0,834	-3,50	5,25	435	438
0,28	0,3391	0,419	0,826	-3,50	4,86	435	437
0,29	0,3546	0,438	0,818	-3,50	4,49	435	437
0,30	0,3706	0,458	0,810	-3,50	4,15	435	437
0,31	0,3869	0,478	0,801	-3,50	3,82	435	436
0,32	0,4038	0,499	0,793	-3,50	3,52	435	436
0,33	0,4211	0,520	0,784	-3,50	3,23	435	436
0,34	0,4391	0,542	0,774	-3,50	2,95	435	436
0,35	0,4576	0,565	0,765	-3,50	2,69	435	435
0,36	0,4768	0,589	0,755	-3,50	2,44	435	435
0,37	0,4968	0,614	0,745	-3,50	2,20	435	435
0,38	0,5177	0,640	0,734	-3,50	1,97	395	395
0,39	0,5396	0,667	0,723	-3,50	1,75	350	350
0,40	0,5627	0,695	0,711	-3,50	1,54	307	307

¹⁾ Begrenzung der Stahlspannung auf f_{yk} / γ_s (horizontaler Ast der $\sigma \neq 1$)
²⁾ Begrenzung der Stahlspannung auf $f_{yk,red} / \gamma_s$ (geneigter Ast der $\sigma \neq 1$)

$A_{s1} = \frac{1}{\sigma_{s1}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{Ed})$

Bemessungstabellen mit dimensionslosen Beiwerten für den Rechteckquerschnitt **ohne** Druckbewehrung für Biegung mit Längskraft (Betonstahl B500 und $\gamma_s = 1,15$; Normalbeton $\leq C50/60$)

Stiepti liekta elementa ar stieptās un spiestās joslas aprēķinu.

Bemessungstafeln

5.161

Tafel 2b

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

mit

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed} \cdot z_{s1}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

(i. Allg. gilt $\alpha_{cc} = 0,85$)

$$\xi = 0,25 \quad (\epsilon_{s1} = 10,5 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -3,5 \text{ ‰})$$

f_{td} / f_{ctd}	0,05		0,10		0,15		0,20	
	10,5 ‰	-2,80 ‰	10,5 ‰	-2,10 ‰	10,5 ‰	-1,40 ‰	10,5 ‰	-0,70 ‰
ω_1	ω_2	ω_1	ω_2	ω_1	ω_2	ω_1	ω_2	
0,19	0,212	0,009	0,212	0,010	0,213	0,016	0,213	0,034
0,20	0,222	0,020	0,223	0,021	0,224	0,034	0,226	0,072
0,21	0,233	0,030	0,234	0,033	0,236	0,052	0,238	0,111
0,22	0,243	0,041	0,245	0,044	0,248	0,071	0,251	0,150
0,23	0,254	0,051	0,256	0,056	0,260	0,089	0,263	0,189
0,24	0,264	0,062	0,268	0,067	0,271	0,107	0,276	0,228
0,25	0,275	0,072	0,279	0,079	0,283	0,125	0,288	0,267
0,26	0,285	0,083	0,290	0,090	0,295	0,144	0,301	0,305
0,27	0,296	0,093	0,301	0,102	0,307	0,162	0,313	0,344
0,28	0,306	0,104	0,312	0,113	0,318	0,180	0,326	0,383
0,29	0,317	0,114	0,323	0,125	0,330	0,199	0,338	0,422
0,30	0,327	0,125	0,334	0,136	0,342	0,217	0,351	0,461
0,31	0,338	0,135	0,345	0,148	0,354	0,235	0,363	0,499
0,32	0,348	0,146	0,356	0,159	0,366	0,253	0,376	0,538
0,33	0,359	0,156	0,368	0,171	0,377	0,272	0,388	0,577
0,34	0,369	0,167	0,379	0,182	0,389	0,290	0,401	0,616
0,35	0,380	0,178	0,390	0,194	0,401	0,308	0,413	0,655
0,36	0,390	0,188	0,401	0,206	0,413	0,326	0,426	0,694
0,37	0,401	0,199	0,412	0,217	0,424	0,345	0,438	0,732
0,38	0,412	0,209	0,423	0,229	0,436	0,363	0,451	0,771
0,39	0,422	0,220	0,434	0,240	0,448	0,381	0,463	0,810
0,40	0,433	0,230	0,445	0,252	0,460	0,399	0,476	0,849
0,41	0,443	0,241	0,456	0,263	0,471	0,418	0,488	0,888
0,42	0,454	0,251	0,468	0,275	0,483	0,436	0,501	0,926
0,43	0,464	0,262	0,479	0,286	0,495	0,454	0,513	0,965
0,44	0,475	0,272	0,490	0,298	0,507	0,473	0,526	1,004
0,45	0,485	0,283	0,501	0,309	0,518	0,491	0,538	1,043
0,46	0,496	0,293	0,512	0,321	0,530	0,509	0,551	1,082
0,47	0,506	0,304	0,523	0,332	0,542	0,527	0,563	1,121
0,48	0,517	0,314	0,534	0,344	0,554	0,546	0,576	1,159
0,49	0,527	0,325	0,545	0,355	0,566	0,564	0,588	1,198
0,50	0,538	0,335	0,556	0,367	0,577	0,582	0,601	1,237
0,51	0,548	0,346	0,568	0,378	0,589	0,600	0,613	1,276
0,52	0,559	0,356	0,579	0,390	0,601	0,619	0,626	1,315
0,53	0,569	0,367	0,590	0,401	0,613	0,637	Im schraffierten Bereich ist $\omega_2 > \omega_1$ *)	
0,54	0,580	0,378	0,601	0,413	0,624	0,655		
0,55	0,590	0,388	0,612	0,424	0,636	0,673		

*) Gemäß [5.26] sollte die Druckbewehrung technisch die Zugbewehrung nicht überschreiten.

$$A_{s1} = \frac{1}{f_{yd}} (\omega_1 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{Ed})$$

$$A_{s2} = \omega_2 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

Bemessungstafeln mit dimensionslosen Beiwerten für den Rechteckquerschnitt mit Druckbewehrung
Biegung mit Längskraft (Betonstahl B500 und $\gamma_s = 1,15$; Normalbeton $\leq C50/60$)

Grīdas plātne uz elastīga pamata.

```
>RUN
PLATTENLAENGE (M)=? 6
PLATTENDICKE (M)=? .2
PLATTENBREITE 1.0M
BAUGRUND STEIFIGKEIT E0 (N/MM2)=? 100
PLATTE E-MODUL E (N/MM2)=? 33000
LAST Q (KN/M2)=? 18
ERGEBNISSE
```

I	P (KN/M)	Q (KN/M)	M (KNM/M)
0.0000	31.6442	0.0000	0.0000
1.0000	24.2763	5.8943	1.9893
2.0000	18.5458	7.8590	6.2872
3.0000	14.4525	6.8767	10.8308
4.0000	11.9966	3.9295	14.1463
5.0000	11.1779	0.0000	15.3497
6.0000	11.9966	-3.9295	14.1463
7.0000	14.4525	-6.8767	10.8308
8.0000	18.5458	-7.8590	6.2872
9.0000	24.2763	-5.8943	1.9893
10.0000	31.6442	0.0000	0.0000

Plātnes stiegrojuma aprēķins.

BEMSB

Ablage Bearbeiten

Bemessung von Rechteckförmigen Stahlbetonquerschnitten PG0218

N (kN)= 0 Zug positiv!

M (kNm)= 15.3497

d2 (cm)= 5

H (cm)= 20

d1 (cm)= 7.5

B (cm)= 100

Beton= C30/37

BetonStahl= B500S

Stahldurchmesser (mm)= 12

d2

As2

H

As1

d1

B

Ergebnisse

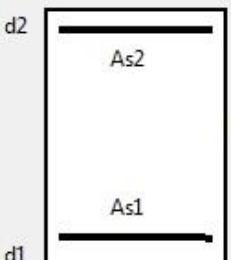
erf.As2 (cm2)= 0

nS2 (Stück)= 0

erf.As1 (cm2)= 2.411446

nS1 (Stück)= 3

Bewehrungsgrad (%)= 0.169646



Stiegras un plātņu stiegrojums.

Stiegru raksturojumi

Aprēķina diametrs [mm]	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	20,0	25,0	28,0	32,0	40,0
Ārējais diametrs [mm]	7	10	12	14	17	19	24	30	34	39	45
Šķēsgriezuma laukums [cm ²]	0,283	0,503	0,785	1,131	1,54	2,01	3,14	4,91	6,16	8,04	12,57
Svars [kg/m]	0,222	0,395	0,617	0,888	1,21	1,58	2,47	3,85	4,83	6,31	9,86

Plātņu stiegrojumu šķēsgriezuma laukumi A_s [cm²/m]

Solis [cm]	Stiegru aprēķina diametrs [mm]											Stieni [1 /m]
	6	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40	
5,0	5,65	10,05	15,71	22,62	30,79	40,21	62,83	98,17	-	-	-	20,00
6,0	4,71	8,38	13,09	18,85	25,66	33,51	52,36	81,81	102,63	-	-	16,67
7,0	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,72	44,88	70,12	87,96	114,89	-	14,29
7,5	3,77	6,70	10,47	15,08	20,53	26,81	41,89	65,45	82,10	107,23	-	13,33
8,0	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	61,36	76,97	100,53	157,10	12,50
9,0	3,14	5,59	8,73	12,57	17,10	22,34	34,91	54,54	68,42	89,36	139,61	11,11
10,0	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	31,42	49,09	61,58	80,42	125,66	10,00
12,5	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	25,13	39,27	49,26	64,34	100,53	8,00
15,0	1,88	3,35	5,24	7,54	10,26	13,40	20,94	32,72	41,05	53,62	83,82	6,67
20,0	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71	24,54	30,79	40,21	62,83	5,00
25,0	1,13	2,01	3,14	4,52	6,16	8,04	12,57	19,63	24,63	32,17	50,26	4,00

Balsta pamatu aprēķins.

FUND1

Ablage Bearbeiten

Tainstūra šķērsgriezums bez stiepes zonas PG4017

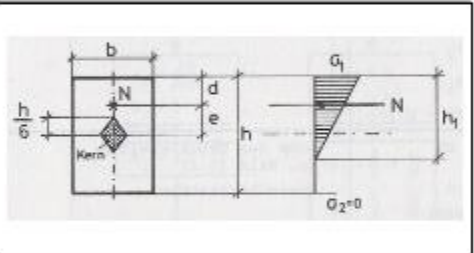
N (kN)= -10 Spiede negatīva (-)!

e (m)= 0.09

b (m)= 0.24

h (m)= 0.24

Sigma pieļ. (kN/m²)= 600



REZULTĀTI

h1 (m)= 0.162 Erf. h (m)= 0.288

Sigma1 (kN/m²)= -514.4033 Sigma2 (kN/m²)= 0

Pa kontūru brīvi balstītas taisnstūra plātnes aprēķins.

PLAT1

Ablage Bearbeiten

Taisnstūra plātne slogota ar taisnstūra slodzi PG4017

Jauna plātne Aqrākā plātne Saqlabāt

Projekts: Plātne 6x6m

Plātnes garums, a(m)= 6 b(m)= 6 Biezums, t(m)= 0.2

Elastības modulis, E(N/mm2)= 33000 Puasona koeficients, ν = 0.1

Slodze, p(kN/m2)= 2

Slodzes garums c+c, (m)= 6 d+d (m)= 6 Rindas locekļu skaits, (≤ 20) nx= 10

Slodzes viduspunkts, u (m)= 3 v (m)= 3 ny= 10

Starpunkti, (≤ 10) x= 3 y= 3

Rezultāti! Rezultātu saqlabāšana

i	j	X (m)	Y (m)	w (mm)	m_x (kNm/m)	m_y (kNm/m)	m_{xy} (kNm/m)	q_x (kN/m)	q_y (kN/m)
2	3	1,500	3,000	0,3427	2,4210	2,1231	-0,0000	1,6694	0,0000
2	4	1,500	4,500	0,2487	1,7917	1,7917	1,2359	1,2551	-1,2551
2	5	1,500	6,000	0,0000	0,0000	0,0000	1,8525	0,0000	-3,1306
3	1	3,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	3,8212
3	2	3,000	1,500	0,3427	2,1231	2,4210	-0,0000	0,0000	1,6694
3	3	3,000	3,000	0,4738	2,9223	2,9223	-0,0000	0,0000	0,0000
3	4	3,000	4,500	0,3427	2,1231	2,4210	0,0000	0,0000	-1,6694
3	5	3,000	6,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-3,8212
4	1	4,500	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	1,8525	0,0000	3,1306
4	2	4,500	1,500	0,2487	1,7917	1,7917	1,2359	-1,2551	1,2551
4	3	4,500	3,000	0,3427	2,4210	2,1231	0,0000	-1,6694	0,0000
4	4	4,500	4,500	0,2487	1,7917	1,7917	-1,2359	-1,2551	-1,2551
4	5	4,500	6,000	0,0000	0,0000	0,0000	-1,8525	-0,0000	-3,1306