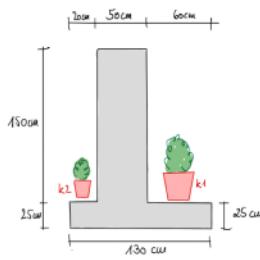


Aufgabe 3 (11 p)

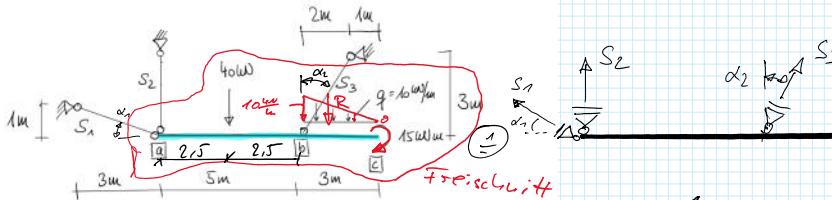
Für die dargestellte Winkelstützmauer mit Auflast (2 Blumenkübel K1 und K2) soll die Lage der resultierenden Gewichtskraft bestimmt werden.



Gewicht des Pflanzkübel: K1 = 500 kg, K2 = 300 kg
Gewicht der Winkelstützmauer: G = 2150 kg

- Berechnen Sie zunächst die Lage des Schwerpunktes der Winkelstützmauer (grau hinterlegte Fläche).
- Berechnen Sie anschließend die Lage der resultierenden Kraft aus Blumenkübeln und Winkelstützmauer und stellen Sie diese in einer Skizze dar. Die Blumenkübel sind jeweils in der Mitte der Auskragungen platziert.

Aufgabe 4 (18 p)



Der dargestellte Balken wird an drei Stäben befestigt. Schneiden Sie den ~~unteren~~ Balken frei und stellen Sie die Stabkräfte mit der angenommenen Wirkungsrichtung dar. Berechnen Sie die Stabkräfte

$$\begin{aligned} S_{1x} &= S_1 \cdot \sin 18,43^\circ \\ &= 0,316 \cdot S_1 \\ S_{1x} &= 18,43^\circ \quad \text{①} \\ S_{1x} &= S_1 \cdot \cos 18,43^\circ \\ &= 0,949 \cdot S_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \arctan \frac{1}{3} = 18,43^\circ \\ \alpha_2 &= \arctan \frac{2}{3} = 33,69^\circ \end{aligned}$$

$$\sum M_0 = 0 = -40 \cdot 2,50 - 15 \text{ kN} \cdot 6,0 \text{ m} + \underbrace{0,832 \cdot S_3 \cdot 5,0 \text{ m}}_{S_{3x}} + S_{3x} \cdot 0 - 15 \text{ kN} \text{ m}$$

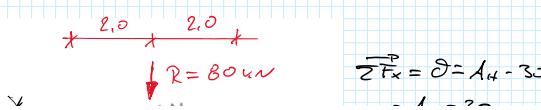
$$0 = -205 \text{ kNm} + 4,16 \text{ m} \cdot S_3 \Rightarrow S_3 = \frac{205 \text{ kNm}}{4,16 \text{ m}} = 49,3 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 = \underbrace{0,949 \cdot S_1}_{S_{1x}} + \underbrace{0,555 \cdot 49,3}_{S_{3x}} \Rightarrow S_1 = \frac{0,555 \cdot 49,3}{0,949} = 28,8 \text{ kN}$$

$$\sum F_2 = 0 = -0,316 \cdot 28,8 - S_2 + 40 - 0,832 \cdot 49,3 + 15 \text{ kN}$$

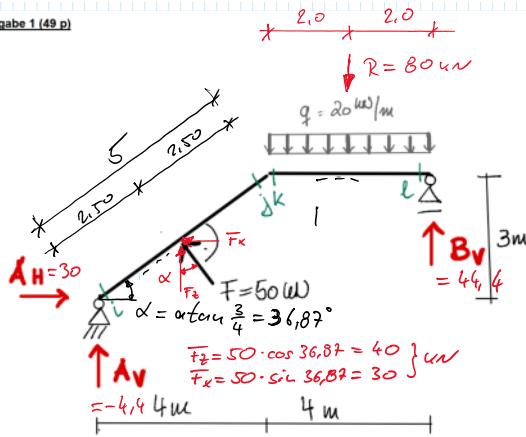
$$\Rightarrow S_2 = 4,9 \text{ kN}$$

Aufgabe 1 (49 p)



$$\sum F_x = 0 = 1,4 - 3,0$$

Aufgabe 1 (49 p)



$$\sum F_x = 0 = A_H - 30 \rightarrow A_H = 30$$

$$\sum M_0 = 0 = +30 \cdot 8,0 - 80 \cdot 6,0 + \underbrace{40 \cdot 2,0 + 30 \cdot 7,5}_{125} = 50 \cdot 2,5$$

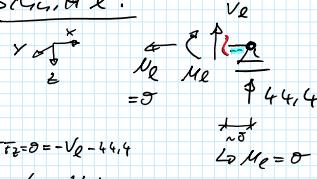
$$= 30 \cdot 8 - 355$$

$$\rightarrow B_V = 355/8 \approx 44,4 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 = -A_V - 40 + 80 - 44,4$$

$$\rightarrow A_V = -4,4$$

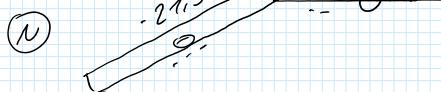
Schlittellinie:



$$\sum F_x = 0 = -V_L - 44,4$$

$$\rightarrow V_L = -44,4$$

$$\rightarrow M_E = 0$$



Schlittellinie:

$$\sum M_0 = 0 = -M_E - 80 \cdot \frac{4,0}{2} + 44,4 \cdot 4$$

$$\rightarrow M_E = 17,6 \text{ kNm} = M_j$$

Schlittellinie i:

$$30 \cdot \sin \alpha = 18$$

$$30 \cdot \cos \alpha = 24$$

$$-4,4 \cdot \sin \alpha = -2,64$$

$$-4,4 \cdot \cos \alpha = -3,52$$

$$0,6$$

$$0,8$$

$$V_i = -2,52$$

$$A_V = -4,4$$

$$N_i = 0$$

$$V_i = 36,87^\circ$$

$$\sum F_x = 0 = N_i + 24 + (-2,64)$$

$$\rightarrow N_i = -21,36$$

$$\sum F_x = 0 = V_i + 18 - (-3,52)$$

$$\rightarrow V_i = -21,52$$

$$\sum F_x = 0 = N_i + 24 + (-2,64)$$

$$\rightarrow N_i = -21,36$$

$$\sum F_x = 0 = V_i + 18 - (-3,52)$$

$$\rightarrow V_i = -21,52$$

Schlittellinie j:

$$N_j = N_i = -21,36$$

$$V_i = -2,52$$

$$V_j = 50$$

$$A_V = -4,4$$

$$30$$

$$\sum F_x = -V_i - 50 + V_j$$

$$= -(-2,52) - 50 + V_j$$

$$\rightarrow V_j = 28,48$$

$$\sum F_x = -V_i - 50 + V_j$$

$$\rightarrow V_j = 28,48$$

Alternativ:

$$-18$$

$$-3,52$$

$$50$$

$$\sum F_x = 21,52 - 50 + V_j$$

$$\rightarrow V_j = 28,48$$

$$28,5$$

$$-44,4$$

$$0 + x_0 \cdot q = 44,4 = V_L$$

$$44,4 = \frac{44,4 \text{ kN}}{q} = \frac{44,4 \text{ kN}}{20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 2,22 \text{ m}$$

$$\frac{20 \cdot 2,22}{20 \cdot 2,22} = 44,4$$

$$M_{max} + x_0 = 2,22$$

$$\sum M = 0 = -44,4 \cdot \frac{2,22}{2} + 44,22 - M_{max}$$

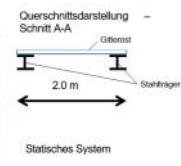
$$\rightarrow M_{max} \approx 49,3 \text{ kNm}$$



Die dargestellte Fußgängerbrücke spannt über zwei Felder mit je 5 m Spannweite. Sie besteht aus 2 Stahlträgern, auf denen Gitterroste aufliegen und an denen die Geländer befestigt sind. Der Abstand der Träger beträgt 2 m. Dies ist auch die ansteigende Brückenbreite.

Für das dargestellte statische System ist folgendes zu bestimmen:

- Bestimmung der Belastung eines Trägers für eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast der Höhe 5 kN/m^2 und ein Gewichtslast des Gitterrotes von $0,3 \text{ kN/m}^2$. Stellen Sie die Belastung im statischen System dar.
 - Bestimmen Sie mit den auf den nächsten Seiten dargestellten Tabellen, die maßgebenden Schnittgrößen des Trägers (maximales Moment, Moment in Brückenmitte)
 - Welcher Querschnitt (HEA-Profil, siehe Tabelle nächste Seite) ist erforderlich, um die Spannung infolge des maximalen Biegemomentes aufzunehmen? Zulässige Spannung $\sigma = 21,8 \text{ kN/cm}^2$
 - Das Bauunternehmen schlägt vor die Träger in zwei Stücke zu liefern und sie auf den Mittellaufgäger nicht zu verbinden. Prüfen Sie, ob das geänderte statische System der von Ihnen gewählte Querschnitt noch ausreichend ist (Darstellung des statischen Systems, Bestimmung des maximalen Moments, Spannungsnachweis, Verformungsnachweis $f_{\text{rel}} = \text{Spannweite}/300$)



1.4 Durchlaufträger

1.4.1 Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten über 2 bis 5 Felder

Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
Momente	Tafelwert: $q l^2$				
Kräfte	Tafelwert: $q l$				

Die Feldmomente M_1, M_2 usw. sind die Größtwerte der Feldmomente in den Feldern 1, 2 usw.

Lastfall	Kraftgrößen	Belastung 1		Belastung 2		Belastung 3		Belastung 4	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_1}	0,7070	0,0488	0,0596	0,0602	0,1566	0,0000	0,0000	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_2}	-0,3733	0,1722	-0,2072	-0,2444	-0,3133	0,0000	-0,3133	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	F_{B_1}	1,2500	0,8586	0,7863	0,7911	1,3757	2,0000	1,3757	2,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_3}	-0,0966	0,0653	0,0776	0,0683	-0,2030	0,0000	-0,2030	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_4}	-0,0633	0,0414	-0,0477	-0,0533	-0,0944	-0,0000	-0,0944	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_5}	-0,1063	0,0414	-0,2111	-0,2111	-0,3000	0,0000	-0,3000	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_6}	-0,0433	0,0414	-0,0939	-0,0944	-0,0553	-0,0944	-0,0553	-0,0944
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	F_{B_2}	0,4000	0,1880	0,0724	0,2635	0,3300	0,0000	0,3300	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	F_{B_3}	-0,0000	-0,3113	-0,1744	-0,4333	-0,4536	-1,0000	-0,4536	-1,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_7}	0,1611	0,0666	0,0860	0,0960	0,2133	0,0000	0,2133	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_8}	-0,0500	-0,0322	-0,0317	-0,0433	-0,0755	-0,0755	-0,0755	-0,0755
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	M_{B_9}	0,4500	0,2193	0,2663	0,2663	0,3707	0,4223	0,3707	0,4223
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{10}}$	0,0755	0,0522	0,0661	0,0667	0,1755	0,0000	0,1755	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{11}}$	-0,0500	-0,0322	-0,0327	-0,0433	-0,0755	-0,0755	-0,0755	-0,0755
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{12}}$	-0,1517	-0,0713	-0,0877	-0,0999	-0,1755	-0,1755	-0,1755	-0,1755
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{13}}$	-0,0133	-0,0133	-0,0133	-0,0133	-0,0133	-0,0133	-0,0133	-0,0133
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{14}}$	1,2000	0,2660	0,7469	0,7469	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$F_{B_{11}}$	-0,6117	0,3233	-0,3877	-0,4499	-0,6755	-1,0000	-0,6755	-1,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{15}}$	0,0117	0,0113	0,0113	0,0113	0,0205	0,0000	0,0205	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{16}}$	-0,0667	-0,0402	-0,0540	-0,0571	-0,1067	-0,0000	-0,1067	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{17}}$	0,0117	0,0113	0,0113	0,0113	0,0205	0,0000	0,0205	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{18}}$	-0,0863	-0,0533	-0,0622	-0,0757	-0,1255	-0,0000	-0,1255	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{19}}$	0,0977	0,0752	0,0662	0,0669	0,1790	0,0000	0,1790	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{20}}$	-0,0107	-0,0067	-0,0080	-0,0091	-0,1613	0,0000	-0,1613	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{21}}$	-0,0711	-0,0405	-0,0533	-0,0660	-0,1067	-0,0000	-0,1067	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{22}}$	1,1443	0,5980	0,7067	0,7227	1,2144	1,3000	1,2144	1,3000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$F_{B_{12}}$	0,9299	0,4516	0,6386	0,6386	0,8952	1,0000	0,8952	1,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$F_{B_{13}}$	0,5136	0,2733	0,3277	0,3841	0,5544	0,6000	0,5544	0,6000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{23}}$	-0,0409	-0,0267	-0,0309	-0,0409	-0,0966	-0,0000	-0,0966	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{24}}$	-0,0584	-0,0344	-0,0409	-0,0466	-0,0880	-0,0000	-0,0880	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{25}}$	-0,0316	-0,0213	-0,0311	-0,0311	-0,0584	-0,0000	-0,0584	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{26}}$	-0,0711	-0,0405	-0,0533	-0,0660	-0,1067	-0,0000	-0,1067	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{27}}$	0,0860	0,0586	0,0657	0,0701	0,1833	0,0000	0,1833	0,0000
$\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_4$	$M_{B_{28}}$	-0,0544	-0,0344	-0,0409	-0,0466	-0,0880	-0,0000	-0,0880	0,0000

⁹⁹ Umgangssprachliche Bezeichnung siehe S. 4.

³⁰ Die folgende Tafel kann auch näherungsweise bei ungleichen Sitzweiten verwendet werden, wenn min $I > 0,8$ max I ist. Die Kraftgrößen an den Innensitzen (Stützmomente; Auflager- und Querkräfte) sind dann mit den Mittelwerten der gewünschten Sitzweiten zu ermitteln.

Breite I-Träger

Reihe HE-AA = I PB

Besonders leichte Ausführung

Reihe HE-A = I PE

Leichte Ausführungen

Kunz- zei- chen	Maße in mm für										A kg/m ³	Für die Biegeschäfte						s ₀ mm min	Rechteck- maße nach DIN Ausg. 1961	
	b	h	f ₁	f ₂	h-2c	A			2-2'				2-2''			3-3'				
						cm ²	kg/m ³	cm ²	kg/m ³	cm ²	kg/m ³	cm ²	kg/m ³	cm ²	kg/m ³					
HE-AA 1 PZB	Brille 2-Füger, besondere leichte Ausführung, Reihe HE-AA - PZB nicht genormt																			
180	91	100	4,2	5,5	12	56	3,60	15,0	12,0	237	52,0	3,89	92,1	16,4	2,43	11,1	13	60		
180	114	120	4,2	5,5	12	56	3,60	15,0	12,0	237	52,0	3,89	92,1	16,4	2,43	11,1	13	60		
140	120	140	4,2	6	12	52	3,25	22,0	18,0	211	71,9	5,69	53,5	3,45	11,6	21	25	48		
160	140	160	4,5	7	12	54	3,94	24,0	20,0	183	73,0	5,50	47,6	58,8	3,97	13,0	23	48		
200	160	200	5,5	8	18	134	3,74	44,1	34,1	2944	371	17,0	177	1,07	4,62	17,5	25	15		
200	240	240	5,5	8	18	134	3,74	44,1	34,1	4041	407	9,63	1110	5,45	16,7	25,0	25	15		
240	240	240	6,5	9	18	141	3,54	45,0	35,0	4041	407	9,63	1110	5,45	16,7	25,0	25	15		
240	240	240	6,5	9	18	141	3,54	45,0	35,0	4041	407	9,63	1110	5,45	16,7	25,0	25	15		
260	260	260	6,5	9	18	145	3,54	45,0	35,0	4041	407	9,63	1110	5,45	16,7	25,0	25	15		
260	260	260	6,5	9	18	145	3,54	45,0	35,0	4041	407	9,63	1110	5,45	16,7	25,0	25	15		
280	280	280	7,5	10	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
300	240	300	8	11	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
300	300	300	8	11	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
320	320	320	8	11	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
340	340	340	8	11	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
360	350	360	8	11	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
380	380	380	8	11	27	201	4,00	48,0	40,0	13800	1300	12,5	474,6	316	7,30	28,0	12	50		
400	425	300	10,0	13,5	27	344	41,3	127	96,7	41800	1971	18,2	1606	6,92	36,4	28,4	15	50		
500	472	300	10,5	13,4	27	340	41,3	127	96,7	54040	2315	20,0	6314	42,1	79,4	28,5	15	50		
500	500	300	10,5	13,4	27	340	41,3	127	96,7	54040	2315	20,0	6314	42,1	79,4	28,5	15	50		
500	571	300	12,0	17,5	27	484	96,7	184	194	91870	321	23,7	93,9	466	6,93	50,7	34,6	16		
600	670	300	12,0	17,5	27	484	96,7	184	194	147000	72	23,7	76,7	466	5,45	47,7	34,6	17		
600	770	300	14,0	20	36	674	105	216	208	206000	452	54,6	834	512	6,10	67,5	26,7	14		
600	870	300	14,0	20	36	674	105	216	208	206000	452	54,6	834	512	6,10	67,5	26,7	14		
600	970	300	16,0	20	36	894	121	236	220	206000	8300	53,60	931	633	8,03	80,7	26,7	14		
HE-A 1 PZB	Brille 2-Füger mit parallelen Flanschenflächen, leichte Ausführung, Reihe HE-A - PZB Teil 1 Ausgabe März 1964, und EURONORM 53-62 Grundmaße und Formfehler nach DIN EN 1024 Ausgabe März 1964																			
100	96	100	5	8	12	56	3,40	21,2	16,7	349	72,0	4,06	134	26,3	2,01	13	56			
114	112	110	5	8	12	56	3,40	21,2	16,7	349	72,0	4,06	134	26,3	2,01	13	56			
120	120	120	5	8	12	56	3,40	21,2	16,7	349	72,0	4,06	134	26,3	2,01	13	56			
150	150	150	6	9	15	104	3,68	36,8	30,4	1670	222	5,57	616	75,9	3,96	23,8	36			
160	160	160	6	9	15	104	3,68	36,8	30,4	1670	222	5,57	616	75,9	3,96	23,8	36			
200	160	200	6,5	10	16	133	17,7	53,8	43,0	3390	28	8,29	1344	134	4,08	27,2	15			
220	210	220	7	10	16	158	15,3	64,3	50,5	5140	515	9,17	159	15,1	2,05	25,0	15			
240	240	240	7	10	16	158	15,3	64,3	50,5	5140	515	9,17	159	15,1	2,05	25,0	15			
260	260	260	7,5	12	17	177	17,8	66,8	56,0	10450	81	11,0	3470	26,5	5,50	27,5	15			
280	280	280	7,5	12	17	177	17,8	66,8	56,0	10450	81	11,0	3470	26,5	5,50	27,5	15			
290	290	290	8,5	12	17	177	17,8	66,8	56,0	10450	81	11,0	3470	26,5	5,50	27,5	15			
300	290	300	8,5	12	17	177	17,8	66,8	56,0	10450	81	11,0	3470	26,5	5,50	27,5	15			
310	310	310	8,5	12	17	225	26,5	104	84	762	23,0	14,6	1394	49,6	7,49	28,2	15			
350	350	350	10	15	27	261	32,3	113	113	33096	13	15,5	12,6	7890	7,43	7,37	28,2	15		
400	340	400	11,5	21	31	244	48,2	178	120	47320	2900	18,0	14,7	411	7,29	36,4	28,2	15		
400	390	400	12,0	21	31	244	48,2	178	120	47320	2900	18,0	14,7	411	7,29	36,4	28,2	15		
500	300	500	13,5	27	48	744	126	246	141300	4760	27,65	21,07	781	7,61	52,8	28,2	15			
600	640	600	13,5	27	52	534	126	246	1406	2100	27,65	21,07	782	8,67	51,1	28,2	15			
600	700	600	13,5	27	52	534	126	246	1406	2100	27,65	21,07	782	8,67	51,1	28,2	15			
600	700	600	15	30	67	516	114	226	20340	3400	36,28	32,04	634	6,68	55,8	31,0	14			
600	800	600	16	30	67	516	114	226	20340	3400	36,28	32,04	634	6,68	55,8	31,0	14			