

Laskennan suoritti:

*Janne Iho, 263061*

Pvm:

*18.2.2017*

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

## SISÄLLYS

- A) Pohjatutkimukset
- B) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P1
- C) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P2
- D) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P3
- E) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P4
- F) Kitkapaalun mitoituskantavuus
- G) LIITE: Heijarikairausten tulokset

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!  
Laskenta vain harrastekäyttöön!

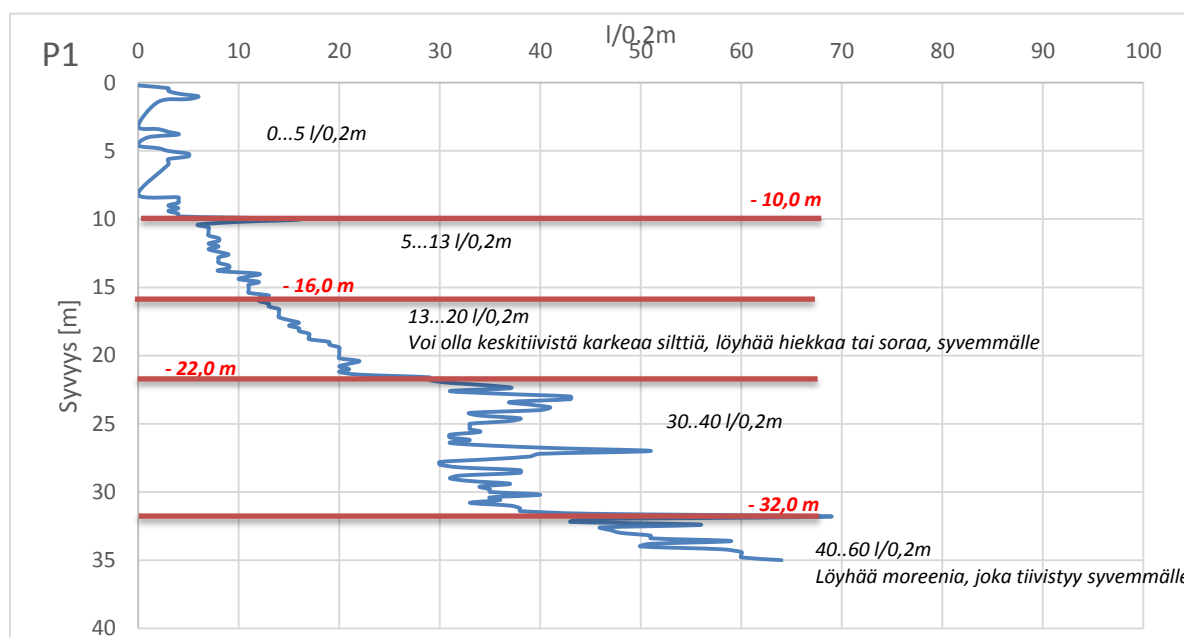
### A) Pohjatutkimukset

Arvioidaan pohjatutkimuksista maakerrosrajat karkeasti.

Verrataan heijarikairauksen lyöntivastuksia alapuolisen taulukon arvoihin.

Maakerrosrajat on piirretty tutkimuspisteen P1 heijarikairauksen kuvaajaan.

Maalaji		Heijari- kairaus $L/0,2\text{ m}$	Moduuli- luku $m$	Jännitys- ekspon- nenti $\beta$	Kitka- kulma
Karkea siltti	Löyhä	< 8	30–100	0,3	28
	Keskittiivis	8–25	70–150	0,3	30
	Tiivis	> 25	100–300	0,3	36
Hieno- hiekkä $d_{10}<0,06$	Löyhä	5–15	50–150	0,5	30
	Keskittiivis	15–30	100–200	0,5	33
	Tiivis	> 30	150–300	0,5	36
Hiekka $d_{10}>0,06$	Löyhä	5–12	150–300	0,5	32
	Keskittiivis	12–25	200–400	0,5	35
	Tiivis	> 25	300–600	0,5	38
Sora	Löyhä	5–10	300–600	0,5	34
	Keskittiivis	10–20	400–800	0,5	37
	Tiivis	> 20	600–1200	0,5	40
Moreeni	Hyvin löyhä	< 20	150–600	0,5	...34
	Löyhä	20–60	600...	0,5	...36
	Keskittiivis	60–140	800...	0,5	...38
	Tiivis	> 140	1200...	0,5	...40



Pohjatutkimuspisteiden tarkemmat tulokset on esitetty liitteenä laskelmien lopussa.

Laskennan suoritti:  
Pvm:

Janne Iho, 263061  
18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!  
Laskenta vain harrastekäyttöön!

### B) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P1

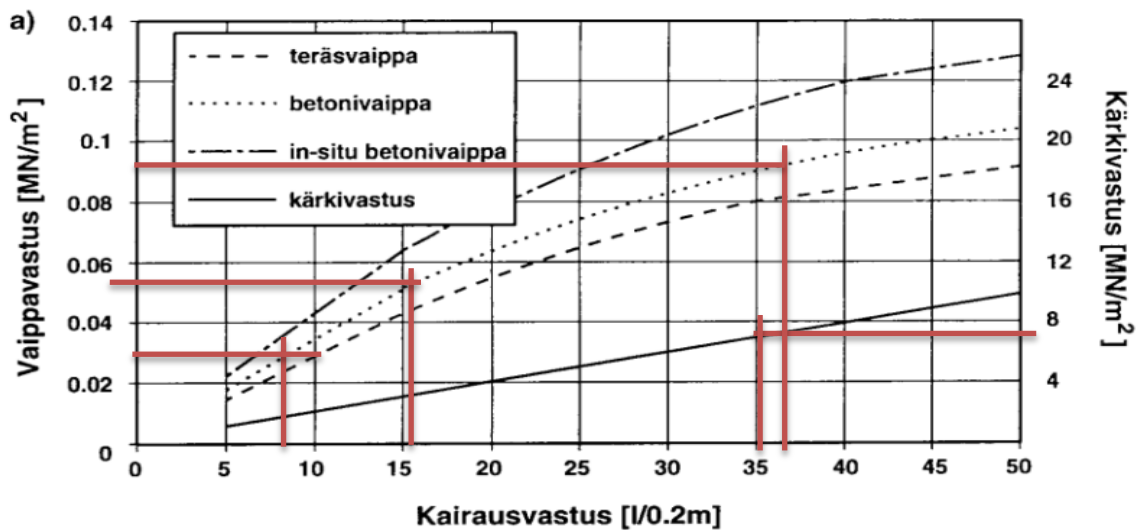
Lasketaan vaippavastuksen kantavuus maakerrosten lyöntivastusten keskiarvojen perusteella.  
Lasketaan kärkivastus paalun kärkivöhykkeeseen kuuluvan maakerroksen lyöntivastuksen keskiarvon perusteella.  
Kärkivöhykkeeksi voidaan valita maakerros, joka ulottuu  $5*b$  paalun yläpuolelle ja  $3*b$  paalun alapuolelle.

- Paalupituus 25,0m
- Teräsbetonipaalu TB300b (300\*300 mm<sup>2</sup>)
- Kohteesta on tehty neljä heijarikairausta

$b = 0,3 \text{ m}$  Paalun sivumitta  
 $A = 0,09 \text{ m}^2$  Paalun pohjapinta-ala  
 $H_{\text{kärki}} = 2,4 \text{ m}$  Kärkivöhykkeen korkeus

Syvyys [m]	Kerros [m]	A vaippa [m <sup>2</sup> ]	l/0,2 m K-arvo	q <sub>s</sub> [MPa]	R <sub>s,cal</sub> [kN]	R <sub>s,stot,cal</sub> [kN]	l/0,2 m Pohjalla	q <sub>b</sub> [MPa]	R <sub>b,cal</sub> [kN]
0,0									
10,0	10,0	12,00	3,0	0,000	0				
13,0	3,0	3,60	8,2	0,030	108				
22,0	9,0	10,80	15,6	0,055	594				
25,0	3,0	3,60	36,8	0,092	331				
23,5	...	25,9	Kärkivöhyke			1033	35,3	7,0	630

R<sub>c,cal</sub> = 1663 kN



Laskennan suoritti:  
Pvm:

Janne Iho, 263061  
18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!  
Laskenta vain harrastekäyttöön!

### C) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P2

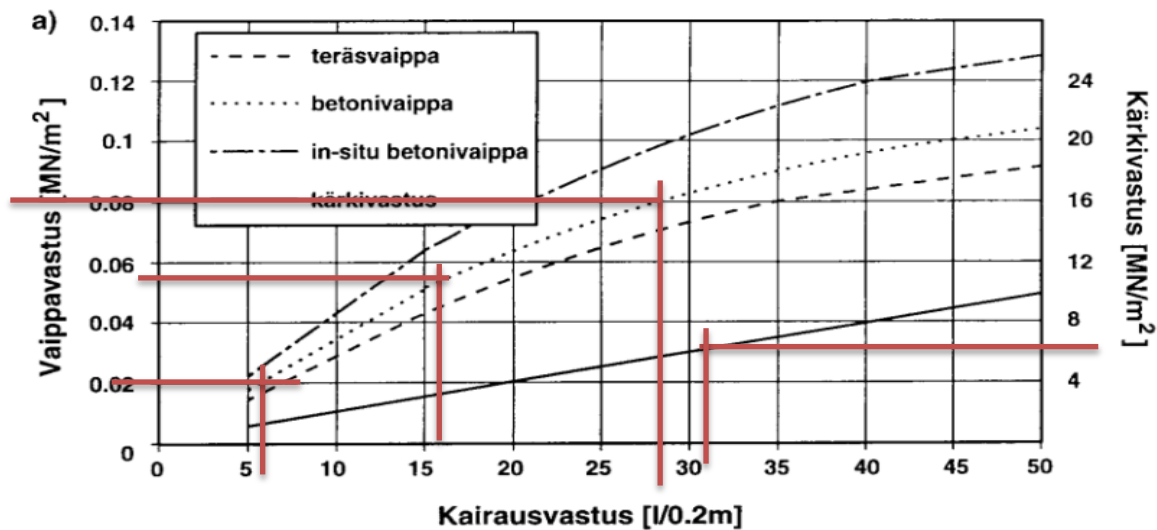
Lasketaan vaippavastuksen kantavuus maakerrosten lyöntivastusten keskiarvojen perusteella.  
Lasketaan kärkivastus paalun kärkivöhykkeeseen kuuluvan maakerroksen lyöntivastuksen keskiarvon perusteella.  
Kärkivöhykkeeksi voidaan valita maakerros, joka ulottuu  $5*b$  paalun yläpuolelle ja  $3*b$  paalun alapuolelle.

- Paalupituus 25,0m
- Teräsbetonipaalu TB300b (300\*300 mm<sup>2</sup>)
- Kohteesta on tehty neljä heijarikairausta

$b = 0,3 \text{ m}$  Paalun sivumitta  
 $A = 0,09 \text{ m}^2$  Paalun pohjapinta-ala  
 $H_{\text{kärki}} = 2,4 \text{ m}$  Kärkivöhykkeen korkeus

Syvyys [m]	Kerros [m]	A vaippa [m <sup>2</sup> ]	l/0,2 m K-arvo	$q_s$ [MPa]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{s,stot,cal}$ [kN]	l/0,2 m Pohjalla	$q_b$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]
0,0									
10,0	10,0	12,00	2,7	0,000	0				
13,0	3,0	3,60	6,2	0,020	72				
22,0	9,0	10,80	16,1	0,056	605				
25,0	3,0	3,60	27,9	0,080	288				
23,5	...	25,9	Kärkivöhyke			965	30,9	6,0	540

$R_{c,cal} = 1505 \text{ kN}$



Laskennan suoritti:  
Pvm:

Janne Iho, 263061  
18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!  
Laskenta vain harrastekäyttöön!

#### D) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P3

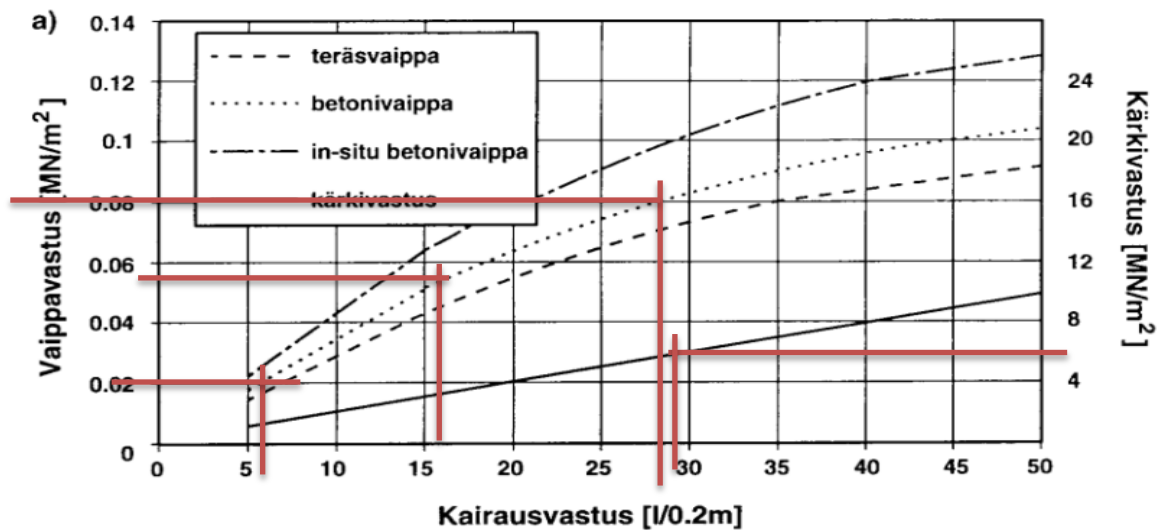
Lasketaan vaippavastuksen kantavuus maakerrosten lyöntivastusten keskiarvojen perusteella.  
Lasketaan kärkivastus paalun kärkivöhykkeeseen kuuluvan maakerroksen lyöntivastuksen keskiarvon perusteella.  
Kärkivöhykkeeksi voidaan valita maakerros, joka ulottuu  $5*b$  paalun yläpuolelle ja  $3*b$  paalun alapuolelle.

- Paalupituus 25,0m
- Teräsbetonipaalu TB300b (300\*300 mm<sup>2</sup>)
- Kohteesta on tehty neljä heijarikairausta

$b = 0,3 \text{ m}$  Paalun sivumitta  
 $A = 0,09 \text{ m}^2$  Paalun pohjapinta-ala  
 $H_{\text{kärki}} = 2,4 \text{ m}$  Kärkivöhykkeen korkeus

Syvyys [m]	Kerros [m]	A vaippa [m <sup>2</sup> ]	l/0,2 m K-arvo	$q_s$ [MPa]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{s,stot,cal}$ [kN]	l/0,2 m Pohjalla	$q_b$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]
0,0									
10,0	10,0	12,00	3,4	0,000	0				
13,0	3,0	3,60	6,0	0,020	72				
22,0	9,0	10,80	16,0	0,056	605				
25,0	3,0	3,60	28,1	0,080	288				
23,5	...	25,9	Kärkivöhyke			965	29,0	5,9	531

$R_{c,cal} = 1496 \text{ kN}$



Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

### E) Kitkapaalun geotekninen kantokestävyys P4

Lasketaan vaippavastuksen kantavuus maakerrosten lyöntivastusten keskiarvojen perusteella.

Lasketaan kärkivastus paalun kärkivöhykkeeseen kuuluvan maakerroksen lyöntivastuksen keskiarvon perusteella.

Kärkivöhykkeeksi voidaan valita maakerros, joka ulottuu  $5*b$  paalun yläpuolelle ja  $3*b$  paalun alapuolelle.

- Paalupituus 25,0m

- Teräsbetonipaalu TB300b (300\*300 mm<sup>2</sup>)

- Kohteesta on tehty neljä heijarikairausta

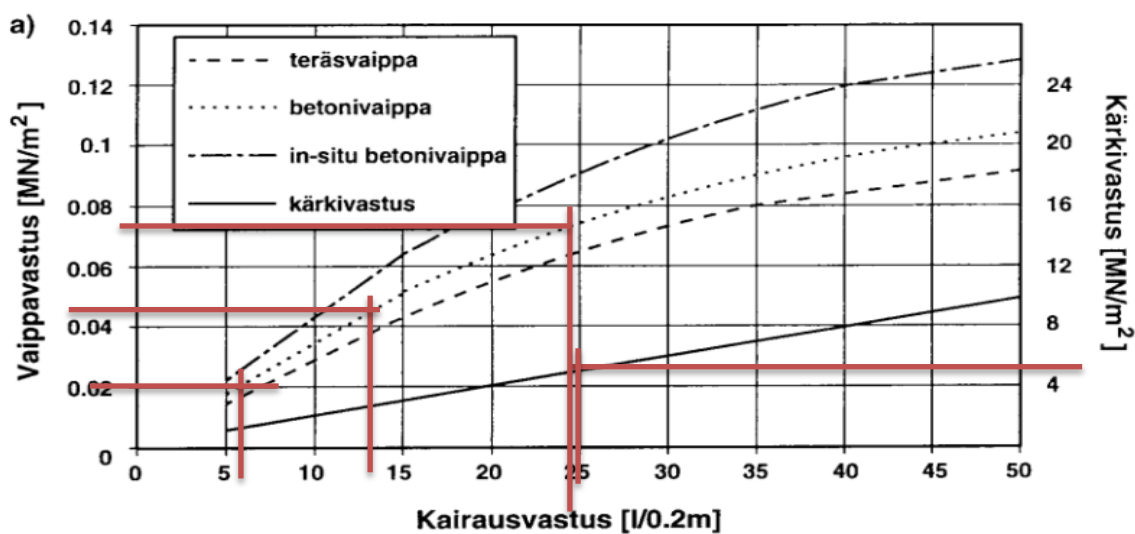
$b = 0,3$  m Paalun sivumitta

$A = 0,09$  m<sup>2</sup> Paalun pohjapinta-ala

$H_{kärki} = 2,4$  m Kärkivöhykkeen korkeus

Syvyys [m]	Kerros [m]	A vaippa [m <sup>2</sup> ]	l/0,2 m K-arvo	$q_s$ [MPa]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{s,stot,cal}$ [kN]	l/0,2 m Pohjalla	$q_b$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]
0,0									
10,0	10,0	12,00	3,0	0,000	0				
13,0	3,0	3,60	6,1	0,020	72				
22,0	9,0	10,80	13,8	0,047	508				
25,0	3,0	3,60	24,4	0,075	270				
23,5	...	25,9	Kärkivöhyke			850	25,1	5,2	468

$R_{c,cal} = 1318$  kN



Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

**F) Kitkapaalun mitoituskantavuus**

		Kairauspiste				$R_{c,cal,KA}$	$R_{c,cal,MIN}$
		P1	P2	P3	P4		
$R_{b,call}$	[kN]	630	540	531	468	542	
$R_{s,call}$	[kN]	1033	965	965	850	953	
$R_{c,call} = R_{s,call} + R_{b,call}$	[kN]	1663	1505	1496	1318	1495	1318

$$\begin{aligned}
 \text{Kairausten määrä } n &= 4 \\
 \text{Korrelaatiokerroin } \xi_3 &= 1,69 \\
 \text{Korrelaatiokerroin } \xi_4 &= 1,55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{c,cal,KA} / \xi_3 &= 885 \text{ kN} \\
 R_{c,cal,MIN} / \xi_4 &= 850 \text{ kN} \\
 \hline
 \text{MIN} &= 850 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Paaluperustuksen osavarmuuskerroin } \gamma = 1,2$$

$$\text{Mitoitus kantavuus } R_{c,d} = \text{MIN} / \gamma = 708 \text{ kN}$$

Rakennustuoteteollisuuden tuotelehden RT-2011 mukaan TB300b-paalun mitoituskantavuudet eri paalutusluokissa ovat:

$$\begin{aligned}
 \text{PTL1} &= 795 \text{ kN} \\
 \text{PTL2} &= 874 \text{ kN} \\
 \text{PTL3} &= 972 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kitkapaalun laskettu mitoituskantavuus on järkevä, eikä se ylitä tuoteohjeen mukaista maksimitoituskantavuutta missään paalutustyyliolosuhteissa. Kovin paljon kitkapaalulle ei enää ole mahdollista saada lisäkantavuutta lyömällä paalua syvemmälle.

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

**G) LIITE: Heijarikairausten tulokset**

H [m]	P1 l/0.2m	P2 l/0.2m	P3 l/0.2m	P4 l/0.2m
0,2	0	1	1	1
0,4	3	2	2	1
0,6	3	2	2	4
0,8	4	3	1	5
1,0	6	5	5	5
1,2	5	5	6	4
1,4	2	6	7	2
3,2	0	5	6	0
3,4	2	5	2	1
3,6	3	1	2	3
3,8	4	0	1	3
4,0	1	1	0	2
4,6	0	0	2	0
4,8	2	4	5	1
5,0	3	4	2	2
5,2	5	0	0	5
5,4	5	1	4	4
5,6	3	0	5	3
5,8	3	3	5	4
6,0	3	5	2	2
8,2	0	0	4	0
8,4	4	4	3	4
8,6	4	2	0	4
8,8	4	0	4	5
9,0	3	3	5	4
9,2	4	4	6	5
9,4	3	4	5	4
9,6	4	4	5	5
9,8	4	4	6	5
10,0	16	4	5	5
10,2	10	4	5	5
10,4	6	5	5	5
10,6	7	6	5	5
10,8	7	6	6	6
11,0	7	6	5	6
11,2	7	6	6	5
11,4	8	6	6	6
11,6	8	7	6	6
11,8	7	7	6	6
12,0	8	7	6	7
12,2	7	7	7	7
12,4	8	7	7	8
12,6	9	8	7	7
12,8	8	7	8	8
13,0	8	8	8	8
13,2	8	9	9	8
13,4	9	8	9	9
13,6	9	9	9	8
13,8	8	9	9	9
14,0	12	9	9	9
14,2	11	9	9	9
14,4	10	9	10	8
14,6	12	10	10	10
14,8	11	10	10	10
15,0	11	10	10	10
15,2	11	10	10	10
15,4	11	11	11	11



Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

15,6	13	12	12	10
15,8	12	12	12	11
16,0	12	12	12	12
16,2	13	12	14	13
16,4	13	13	16	12
16,6	14	13	17	12
16,8	14	14	17	13
17,0	14	13	17	13
17,2	14	14	17	14
17,4	15	14	17	14
17,6	16	15	18	13
17,8	15	16	17	15
18,0	16	16	18	15
18,2	16	22	19	16
18,4	17	17	18	15
18,6	17	16	19	15
18,8	17	14	18	16
19,0	19	15	19	17
19,2	19	15	20	16
19,4	20	15	20	16
19,6	20	17	19	16
19,8	20	19	21	16
20,0	20	33	21	17
20,2	20	27	22	17
20,4	22	33	21	16
20,6	21	26	21	17
20,8	20	28	22	16
21,0	21	26	22	18
21,2	20	28	23	20
21,4	22	24	23	20
21,6	29	27	22	23
21,8	29	25	23	28
22,0	31	28	23	26
22,2	35	22	28	26
22,4	37	23	37	24
22,6	31	24	28	24
22,8	36	25	41	22
23,0	43	27	31	23
23,2	43	27	25	24
23,4	37	28	22	25
23,6	39	29	22	25
23,8	41	30	24	26
24,0	40	29	25	25
24,2	33	31	27	24
24,4	34	28	28	24
24,6	38	30	27	24
24,8	37	31	30	26
25,0	33	35	31	23
25,2	33	29	36	27
25,4	33	28	34	27
25,6	34	35	33	26
25,8	31	35	34	23
26,0	31	34	33	27
26,2	33	33	36	24
26,4	31	45	36	27
26,6	35	55	36	28
26,8	42	34	36	25
27,0	51	34	39	24
27,2	40	33	40	37
27,4	39	33	42	33
27,6	35	32	47	27

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

18.2.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

27,8	30	28	43	28
28,0	30	29	51	26
28,2	32	34	50	25
28,4	38	39	43	26
28,6	38	40	44	26
28,8	32	36	46	29
29,0	31	37	52	31
29,2	33	39	59	29
29,4	37	41	52	29
29,6	34	41	53	30
29,8	35	39	57	32
30,0	35	38	66	29
30,2	40	45	65	32
30,4	35	46	65	32
30,6	36	50	70	34
30,8	33	49	73	33
31,0	37	52	65	30
31,2	38	52	65	32
31,4	38	52	58	34
31,6	45	51	63	38
31,8	69	51	67	34
32,0	44	52	81	34
32,2	43	64	74	50
32,4	56	69	70	67
32,6	46	67	71	41
32,8	47	65		43
33,0	48	71		51
33,2	51			55
33,4	51			48
33,6	59			47
33,8	51			51
34,0	50			48
34,2	58			47
34,4	60			52
34,6	60			48
34,8	60			47
35,0	64			49
35,2				51
35,4				52
35,6				55
35,8				55
36,0				58
36,2				61
36,4				73
36,6				68
36,8				71
37,0				76
37,2				77