

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

Tarkastellaan pilarianturaa ensin kuormitustapauksessa 6.10b.

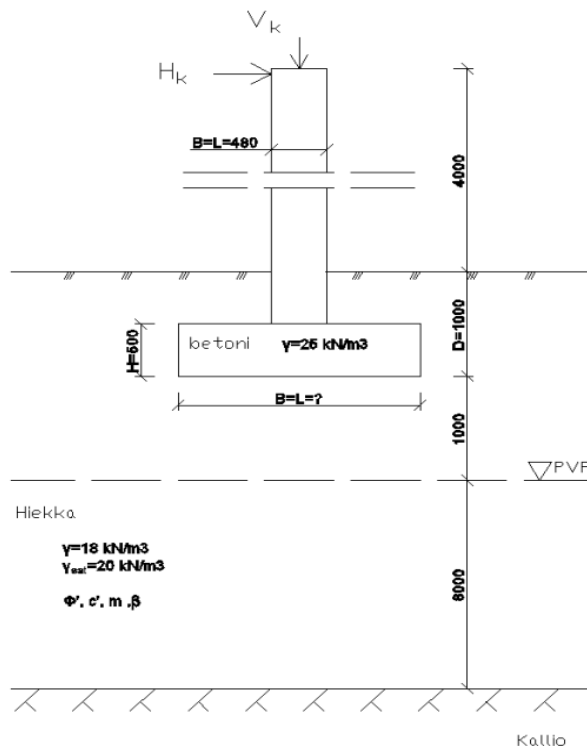
Tämän jälkeen lasketaan anturan konsolidaatiopainuma.

Lisäksi tarkastellaan pilarianturaa kuormitustapauksessa 6.10a.

Opiskelijanumero	263061
Pystykuormat	V_k 945 kN
	Omapaino 756 kN
	Lumi 189 kN
Vaakakuormat	Tuuli 70 kN

Kuormitustapaus	6.10b
	Pysyvät kuormat 1,15
	Muuttuvat kuormat 1,50

Kitkakulma	34,9 °
Koheesio	0 kPa
moduuliluku	300
jännitysexp	0,5



SISÄLLYS

A) Anturan mitat

B) Pohjamaan lähtötiedot

C) Anturan kuormitus

- Pysyvät pystykuormat
- Muuttuvat pystykuormat
- Pysyvät vaakakuormat
- Muuttuvat vaakakuormat
- Kuormien osavarmuuskertoimet

D) Anturan kantokestävyys DA2* - KT1: $V_{max} + H_{max}$

- Pystykuormitus KRT
- Pystykuormitus MRT
- Vaakakuormitus KRT
- Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine
- Pohjamaan kantavuus
- DA2* Kantokestävyden käyttöaste: $KT1 - V_{max} + H_{max}$
- Sallittu pohjapaine (RakMk)

E) 6.10b: Anturan kantokestävyys DA2* - KT2: $V_{min} + H_{max}$

- Pystykuormitus KRT
- Pystykuormitus MRT
- Vaakakuormitus KRT
- Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine
- Pohjamaan kantavuus
- DA2* Kantokestävyden käyttöaste: $KT1 - V_{min} + H_{max}$
- Sallittu pohjapaine (RakMk)

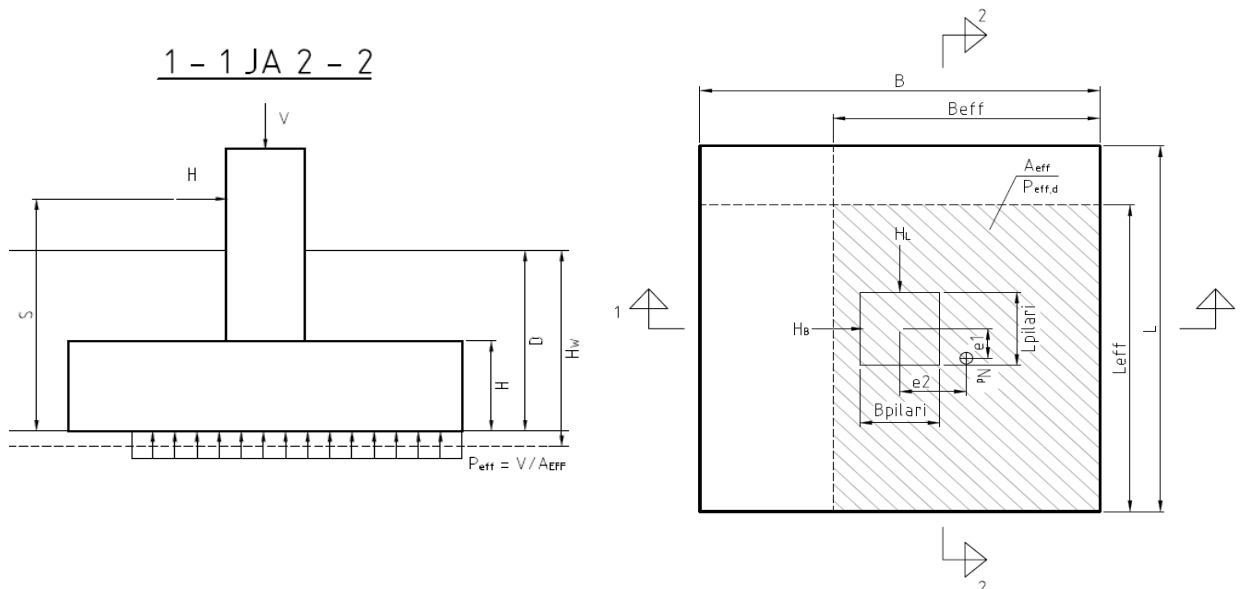
Laskennan suoritti:
Pvm:

Janne Iho, 263061
21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

A) Anturan mitat

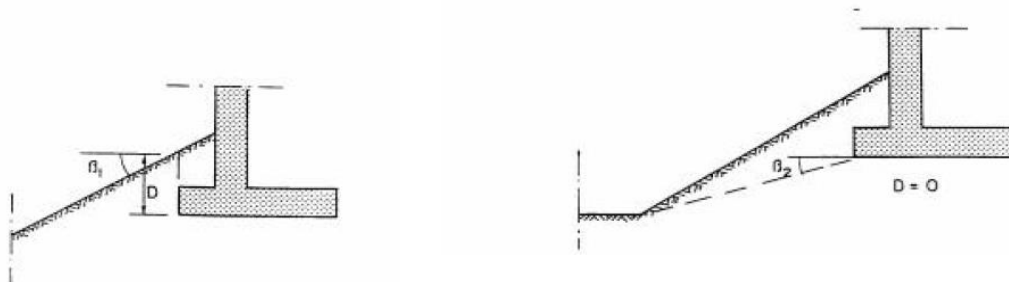
Mitoitetaan pilarianturan geotekninen kantavuus EC:n mukaan. Mitoitustapa DA2*.
Antura mitoitetaan pysyville ja muuttuville pysty- ja vaakakuormille.
Laskentapohjaan on varattu yksi pysyvä ja muuttuva kuorma anturan molemmissa suunnissa.



B=	1800 mm	Anturan leveys (leikkaus 1-1)
L=	1800 mm	Anturan pituus (leikkaus 2-2)
H _{laatta} =	500 mm	Anturan korkeus
D=	1000 mm	Perustamissyvyys
H _w =	1000 mm	Pohjaveden pinnan syvyys anturan pohjasta (oletus anturan pohjan tasolla)
L _{pilari} =	480 mm	Peruspilarin pituus
B _{pilari} =	480 mm	Peruspilarin leveys
h _{pilari} =	4500 mm	Peruspilarin korkeus
H _{maa} =	500 mm	Anturan päällä olevan maan korkeus

Perustussyvyys D kantokykyä laskettaessa kuvan 4a mukaisesti, kun β_1

Perustussyvyys D = 0 kantokykyä laskettaessa $-\beta_1 = \beta_2$



Kaltevuuskorjaus voidaan laskea yllä olevien kuvien mukaisesti kahdella vaihtoehtoisella tavalla.
Mitoituskantokykyksi valitaan suurempi näin saaduista arvoista.

$\beta = 0,0^\circ$ Luiskan kaltevuus

Pikamitoitus:

KT1: Vmax + Hmax		KT2: Vmin + Hmax	
$P_{eff,d} =$	623 kN/m ²	$P_{eff,d} =$	557 kN/m ²
$R_d / A' =$	625 kN/m ²	$R_d / A' =$	577 kN/m ²
KA:	100 % <100 % OK	KA:	96 % <100 % OK

$e < B/3$, OK!

$e < B/3$, OK!

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

B) Pohjamaan lähtötiedot

$\gamma_{täyttö}$	=	20,0	kN/m ³	Ympäristäytön kuivavirtotilavuuspaino
$\gamma_{pohjamaa}$	=	18,0	kN/m ³	Pohjamaan kuivavirtotilavuuspaino
$\gamma_{pohjamaa,w}$	=	10,0	kN/m ³	Pohjamaan tilavuuspaino pohjavedenpinnan alapuolella
φ	=	34,9	°	Pohjamaan kitkakulma
c'	=	0,0	kN/m ²	Tehokas koheesio
α	=	0,0	°	Anturan pohjan kaltevuus

C) Anturan kuormitus

Pysyvät pystykuormat

V_b	=	25,0	m ³	Teräsbetonin tilavuuspaino
V_{laatta}	=	1,62	m ³	Anturalaatan tilavuus
V_{pilari}	=	1,08	m ³	Peruspilarin tilavuus maanpinnan alapuolella
V_{antura}	=	2,70	m ³	Anturan kokonaistilavuus
V_{maa}	=	1,50	m ³	Anturaa kuormittavan maan tilavuus
G_{antura}	=	67,5	kN	Anturan omapaino
G_{maa}	=	30,1	kN	Anturaa kuormittavan maan omapaino
G_{pyst}	=	756,0	kN	Yläpuolisen rakenteen omapaino

Muuttuvat pystykuormat

Q_{pyst}	=	189,0	kN	Anturaa kuormittava muuttuva keskeinen pystykuorma
------------	---	-------	----	--

Pysyvät vaakakuormat

$G_{vaak,B}$	=	0,0	kN	Anturaa kuormittava pysyvä vaakakuorma leikkauksessa 1-1
$G_{vaak,L}$	=	0,0	kN	Anturaa kuormittava pysyvä vaakakuorma leikkauksessa 2-2
S_G	=	0,0	m	Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi mitattuna anturan alapinnan tasosta

Muuttuvat vaakakuormat

$Q_{vaak,B}$	=	70,0	kN	Anturaa kuormittava muuttuva vaakakuorma leikkauksessa 1-1
$Q_{vaak,L}$	=	0,0	kN	Anturaa kuormittava muuttuva vaakakuorma leikkauksessa 2-2
S_Q	=	5,0	m	Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi mitattuna anturan alapinnan tasosta
ϑ	=	90,0	°	Vaakakuormien resultantin ja L-linjan välinen kulma

Kuormien osavarmuuskertoimet

γ_G	=	1,15	Pysyvän kuorman osavarmuuskertoimen
γ_Q	=	1,50	Muuttuvan kuorman osavarmuuskertoimen
K_{FI}	=	1,0	Seuraamusluokasta johtuva kuormakerroin

Anturan kantavuus on tarkastettava molemmille kuormayhdistelyillä 6.10a ja 6.10b.

6.10a: Pelkät pysyvät kuormat. Määräävä, kun muuttuvat kuormat ovat pieniä suhteessa pysyviin kuormiin.

6.10b: Pysyvät ja muuttuvat kuormat. Määräävä, kun muuttuvat kuormat ovat suuria suhteessa rakenteen omapainoon.



Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

D) Anturan kantokestävyys DA2* - KT1: Vmax + Hmax

Pystykuormitus KRT

$$V_{max,k} = G_{antura} + G_{maa} + G_{pyst} + Q_{pyst}$$

$$V_{max,k} = 1043 \text{ kN} \quad \text{Anturan pystykuormien ominaisarvo}$$

Pystykuormitus MRT

$$V_{max,d} = \gamma_G * K_{FI} * (G_{antura} + G_{maa} + G_{pyst}) + \gamma_Q * K_{FI} * Q_{pyst}$$

$$V_{max,d} = 1265 \text{ kN} \quad \text{Anturan pystykuormien mitoitusarvo}$$

Vaakakuormitus KRT

$$H_{max,B,k} = G_{vaak,B} + Q_{vaak,B}$$

$$H_{max,B,k} = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Anturan vaakakuormien ominaisarvo leikkauksessa 1-1}$$

$$H_{max,L,k} = G_{vaak,L} + Q_{vaak,L}$$

$$H_{max,L,k} = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Anturan vaakakuormien ominaisarvo leikkauksessa 2-2}$$

$$H_{max,k} = \sqrt{(H_{max,B,k})^2 + (H_{max,L,k})^2}$$

$$H_{max,k} = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti}$$

Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine

Lasketaan kuormayhdistelmän aiheuttama anturan pohjapaine.

Anturan tehokas leveys poikkileikkauksessa 1-1

$$M_{B,k} = S_G * G_{vaak,B} + S_Q * Q_{vaak,B}$$

$$S_G = 0,0 \text{ m} \quad \text{Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$S_Q = 5,0 \text{ m} \quad \text{Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$M_{B,k} = 350,0 \text{ kNm} \quad \text{Anturaa kaatava momentti leikkauksessa 1-1}$$

$$e_1 = M_{B,k} / V_{max,k}$$

$$e_1 = 0,336 \text{ m} \quad \text{Pystykuorman epäkeskeisyys leikkauksessa 1-1}$$

$e < B/3$, OK!

$$B_{eff} = B - 2 * e_1$$

$$B = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan leveys}$$

$$B_{eff} = 1,13 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

Anturan tehokas leveys poikkileikkauksessa 2-2

$$M_{L,k} = S * H_{max,L,k}$$

$$S_G = 0,0 \text{ m} \quad \text{Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$S_Q = 5,0 \text{ m} \quad \text{Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$M_{L,k} = 0,0 \text{ kNm} \quad \text{Anturaa kaatava momentti leikkauksessa 2-2}$$

$$e_2 = M_{L,k} / V_{max,k}$$

$$e_2 = 0,000 \text{ m} \quad \text{Pystykuorman epäkeskeisyys leikkauksessa 2-2}$$

$e < L/3$, OK!

$$L_{eff} = L - 2 * e_2$$

$$L = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan pituus}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine

$$A_{eff} = L_{eff} * B_{eff}$$

$$A_{eff} = 2,0 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$P_{eff,d} = V_{max,d} / A_{eff}$$

$$P_{eff,d} = 623 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapaine}$$

Laskennan suoritti:
Pvm:

Janne Iho, 263061
21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

Pohjamaan kantavuus

$$R/A' = c' * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * B_{eff} * N_{\gamma} * b_{\gamma} * s_{\gamma} * i_{\gamma}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi'$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_c = 45,7 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c * \tan \varphi)$$

$$b_q = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$N_c = 45,7 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$b_c = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_c = (s_q * N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_q = 1,36 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$s_c = 1,4 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c * \tan \varphi)$$

$$i_q = 0,894 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$N_c = 1,4 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$i_c = 0,8 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$c' * N_c * b_c * s_c * i_c = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q' = \gamma * D$$

$$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Maan tilavuuspaino perustamistason yläpuolella}$$

$$D = 1,00 \text{ m} \quad \text{Perustamissyvyys}$$

$$q' = 20,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Perustamistasossa vallitseva jännitys}$$

$$N_q = e^{\pi * \tan \varphi * \tan^2 (45^\circ + \varphi / 2)}$$

$$e = 2,72 \quad \text{Neperin luku}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_q = (1 - \alpha * \tan \varphi)^2$$

$$\alpha = 0,0^\circ \quad \text{Anturan pohjan kaltevuus}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$b_q = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_q = 1 + (B_{eff} / L_{eff}) * \sin \varphi$$

$$B_{eff} = 1,13 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$s_q = 1,36 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

$$m = m_L \cdot \cos^2 \vartheta + m_B \cdot \sin^2 \vartheta$$

$$m_B = (2 + (B_{eff} / L_{eff})) / (1 + (B_{eff} / L_{eff}))$$

$$m_L = (2 + (L_{eff} / B_{eff})) / (1 + (L_{eff} / B_{eff}))$$

$$B_{eff} = 1,13 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$m_B = 1,61$$

$$m_L = 1,39$$

$$\vartheta = 90,0^\circ \quad \text{Vaakakuormien resultantin ja L-linjan välinen kulma}$$

$$m = 1,61$$

$$i_q = (1 - H / (V + A_{eff} \cdot c' \cdot \cot \varphi))^m$$

$$H = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$V = 1042,6 \text{ kN} \quad \text{Pystykuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$A_{eff} = 2,0 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$m = 1,61$$

$$i_q = 0,894 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q = 798,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Pohjamaan tehokas tilavuuspaino}$$

Laskennassa voidaan käyttää pohjamaan kuivairtotilavuuspainoa, mikäli pohjaveden pinnan taso on vähintään etäisyydellä B*1,5 anturan pohjan alapuolella.

$$B_{eff} = 1,13 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_\gamma = 44,5 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B_{eff} / L_{eff})$$

$$B_{eff} = 1,13 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$s_\gamma = 0,81 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$i_\gamma = (1 - H / (V + A_{eff} \cdot c' \cdot \cot \varphi))^{m+1}$$

$$H = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$V = 1042,6 \text{ kN} \quad \text{Pystykuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$A_{eff} = 2,0 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$m = 1,61$$

$$i_\gamma = 0,834$$

$$0,5 \cdot \gamma' \cdot B_{eff} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 170,0 \text{ kN/m}^2$$



Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

$$R / A' = 969 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyyden ominaisarvo}$$

Maanpinnan ollessa kalteva, on on vaakasuoralle maanpinnalle laskettua kantokykyä pienennettävä kertoimella g .

$$\theta = 0,0^\circ \quad \text{Luiskan kaltevuus}$$

$$g = (1 - 0,5 * \tan \theta)^5$$

$$g = 1,0 \quad \text{Kantokestävyyden pienennyskerroin}$$

$$R_d / A' = g * (R / A') / 1,55$$

$$R_d / A' = 625 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyyden mitoitusarvo}$$

DA2* Kantokestävyyden käyttöaste: $KT1 - V_{max} + H_{max}$

$$P_{eff,d} = 623 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapaine}$$

$$R_d / A' = 625 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyyden mitoitusarvo}$$

$$EHTO: \quad P_{eff,d} / (R_d / A_{eff}) * 100 \% = 100 \% < 100 \% \text{ OK}$$

Sallittu pohjapaine (RakMk)

Vanha suomalainen mitoitusmenetelmä ilmoittaa anturan sallitun pohjapaineen käyttörajan kuormille. Tämä arvo on laskettu vain vertailuarvoksi vanhoja suunnitelmia varten.

$$P_{sall} = g * (R / A') / 2$$

$$P_{sall} = 484 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Sallittu pohjapaine}$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

E) 6.10b: Anturan kantokestävyys DA2* - KT2: V_{min} + H_{max}

Pystykuormitus KRT

$$V_{min,k} = G_{antura} + G_{maa} + G_{pyst}$$

$$V_{min,k} = 854 \text{ kN} \quad \text{Anturan pystykuormien ominaisarvo}$$

Pystykuormitus MRT

$$V_{min,d} = \gamma_G * K_{FI} * (G_{antura} + G_{maa} + G_{pyst})$$

$$V_{min,d} = 982 \text{ kN} \quad \text{Anturan pystykuormien mitoitusarvo}$$

Vaakakuormitus KRT

$$H_{max,B,k} = G_{vaak,B} + Q_{vaak,B}$$

$$H_{max,B,k} = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Anturan vaakakuormien ominaisarvo leikkauksessa 1-1}$$

$$H_{max,L,k} = G_{vaak,L} + Q_{vaak,L}$$

$$H_{max,L,k} = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Anturan vaakakuormien ominaisarvo leikkauksessa 2-2}$$

$$H_{max,k} = \sqrt{(H_{max,B,k})^2 + (H_{max,L,k})^2}$$

$$H_{max,k} = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti}$$

Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine

Lasketaan kuormayhdistelmän aiheuttama anturan pohjapaine.

Anturan tehokas leveys poikkileikkauksessa 1-1

$$M_{B,k} = S_G * G_{vaak,B} + S_Q * Q_{vaak,B}$$

$$S_G = 0,0 \text{ m} \quad \text{Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$S_Q = 5,0 \text{ m} \quad \text{Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$M_{B,k} = 350,0 \text{ kNm} \quad \text{Anturaa kaatava momentti leikkauksessa 1-1}$$

$$e_1 = M_{B,k} / V_{min,k}$$

$$e_1 = 0,410 \text{ m} \quad \text{Pystykuorman epäkeskeisyys leikkauksessa 1-1}$$

$e < B/3$, OK!

$$B_{eff} = B - 2 * e_1$$

$$B = 1,8 \text{ m} \quad \text{Anturan pituus}$$

$$B_{eff} = 0,98 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

Anturan tehokas leveys poikkileikkauksessa 2-2

$$M_{L,k} = S * H_{max,L,k}$$

$$S_G = 0,0 \text{ m} \quad \text{Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$S_Q = 5,0 \text{ m} \quad \text{Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$M_{L,k} = 0,0 \text{ kNm} \quad \text{Anturaa kaatava momentti leikkauksessa 2-2}$$

$$e_2 = M_{L,k} / V_{min,k}$$

$$e_2 = 0,000 \text{ m} \quad \text{Pystykuorman epäkeskeisyys leikkauksessa 2-2}$$

$e < L/3$, OK!

$$L_{eff} = L - 2 * e_2$$

$$L = 1,8 \text{ m} \quad \text{Anturan leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine

$$A_{eff} = L_{eff} * B_{eff}$$

$$A_{eff} = 1,8 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$P_{eff,d} = V_{min,d} / A_{eff}$$

$$P_{eff,d} = 557 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapaine}$$

Laskennan suoritti:
Pvm:

Janne Iho, 263061
21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

Pohjamaan kantavuus

$$R/A' = c' * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * B_{eff} * N_{\gamma} * b_{\gamma} * s_{\gamma} * i_{\gamma}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi'$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_c = 45,7 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c * \tan \varphi)$$

$$b_q = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$N_c = 45,7 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$b_c = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_c = (s_q * N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_q = 1,31 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$s_c = 1,3 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c * \tan \varphi)$$

$$i_q = 0,869 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$N_c = 1,3 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$i_c = 0,7 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$c' * N_c * b_c * s_c * i_c = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q' = \gamma * D$$

$$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Maan tilavuuspaino perustamistason yläpuolella}$$

$$D = 1,00 \text{ m} \quad \text{Perustamissyvyys}$$

$$q' = 20,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Perustamistasossa vallitseva jännitys}$$

$$N_q = e^{\pi * \tan \varphi * \tan^2 (45^\circ + \varphi / 2)}$$

$$e = 2,72 \quad \text{Neperin luku}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_q = (1 - \alpha * \tan \varphi)^2$$

$$\alpha = 0,0^\circ \quad \text{Anturan pohjan kaltevuus}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$b_q = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_q = 1 + (B_{eff} / L_{eff}) * \sin \varphi$$

$$B_{eff} = 0,98 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$s_q = 1,31 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

$$m = m_L \cdot \cos^2 \vartheta + m_B \cdot \sin^2 \vartheta$$

$$m_B = (2 + (B_{eff} / L_{eff})) / (1 + (B_{eff} / L_{eff}))$$

$$m_L = (2 + (L_{eff} / B_{eff})) / (1 + (L_{eff} / B_{eff}))$$

$$B_{eff} = 0,98 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$m_B = 1,65$$

$$m_L = 1,35$$

$$\vartheta = 90,0^\circ \quad \text{Vaakakuormien resultantin ja L-linjan välinen kulma}$$

$$m = 1,65$$

$$i_q = (1 - H / (V + A_{eff} \cdot c' \cdot \cot \varphi))^m$$

$$H = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$V = 853,6 \text{ kN} \quad \text{Pystykuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$A_{eff} = 2,0 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$m = 1,65$$

$$i_q = 0,869 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q = 749,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Pohjamaan tehokas tilavuuspaino}$$

Laskennassa voidaan käyttää pohjamaan kuivairtotilavuuspainoa, mikäli pohjaveden pinnan taso on vähintään etäisyydellä B*1,5 anturan pohjan alapuolella.

$$B_{eff} = 0,98 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_\gamma = 44,5 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B_{eff} / L_{eff})$$

$$B_{eff} = 0,98 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$s_\gamma = 0,84 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$i_\gamma = (1 - H / (V + A_{eff} \cdot c' \cdot \cot \varphi))^{m+1}$$

$$H = 70,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$V = 853,6 \text{ kN} \quad \text{Pystykuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$A_{eff} = 2,0 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$m = 1,65$$

$$i_\gamma = 0,797$$

$$0,5 \cdot \gamma' \cdot B_{eff} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 145,4 \text{ kN/m}^2$$



Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

$$R / A' = 895 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyys ominaisarvo}$$

Maanpinnan ollessa kalteva, on on vaakasuoralle maanpinnalle laskettua kantokykyä pienennettävä kertoimella g .

$$\theta = 0,0^\circ \quad \text{Luiskan kaltevuus}$$

$$g = (1 - 0,5 * \tan \theta)^5$$

$$g = 1,0 \quad \text{Kantokestävyys pienennyskerroin}$$

$$R_d / A' = g * (R / A') / 1,55$$

$$R_d / A' = 577 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyys mitoitusarvo}$$

DA2* Kantokestävyys käyttöaste: KT1 - Vmin + Hmax

$$P_{eff,d} = 557 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapaine}$$

$$R_d / A' = 577 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyys mitoitusarvo}$$

$$EHTO: \quad P_{eff,d} / (R_d / A_{eff}) * 100 \% = 96 \% < 100 \% \text{ OK}$$

Sallittu pohjapaine (RakMk)

Vanha suomalainen mitoitusmenetelmä ilmoittaa anturan sallitun pohjapaineen käyttörajan kuormille. Tämä arvo on laskettu vain vertailuarvoksi vanhoja suunnitelmia varten.

$$P_{sall} = g * (R / A') / 2$$

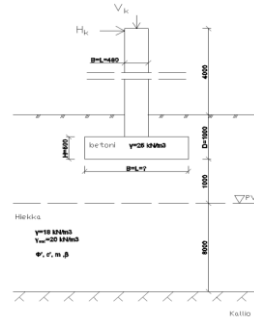
$$P_{sall} = 447 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Sallittu pohjapaine}$$

Laskennan suoritti: **Janne Iho, 263061**
Pvm: **21.1.2017**

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

Tämä laskenta arvioi tasalaatuisen pohjamaan kuormittamisesta aiheutuvia painumia. Kuorman lisäys eri maakerroksissa on määritetty 2:1-menetelmällä, joka johtaa hieman todellista suurempaan kuormitukseen pohjamaassa. Todellisuudessa kuorma jakautuu maapohjaan tehokkaammin syvemmälle mentäessä.
Tämä laskentapohja soveltuu vain normaalkonsolidoituneen pohjamaan painumien laskentaan.

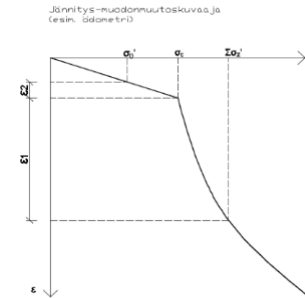
Parametri		
Kuorma ja anturan mitat	P_k	513 kPa
	L_{eff}	1,80 m
	B_{eff}	1,13 m
	A_{eff}	2,03 m
Savi	γ_{sat}	20,00 kN/m ³
	OCR	1,00 -
	POP	0,00 -
	m_1	300,00 -
	θ_1	0,50 -



$$\Delta\sigma_v = q \frac{B \cdot L}{(B+z) \cdot (L+z)}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{m_1 \beta_1} \left[\left(\frac{\sigma'_v}{\sigma_a} \right)^{\beta_1} - \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma_a} \right)^{\beta_1} \right]$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{m_2 \beta_2} \left[\left(\frac{\sigma'_v}{\sigma_a} \right)^{\beta_2} - \left(\frac{\sigma'_{v0}}{\sigma_a} \right)^{\beta_2} \right]$$



Maa- kerroksen paksuus	Syvyys	Tilavuuspaino	Alkutilan kokonais- jännitys	Huokosveden- paine	Alkutilan tehokas jännitys	Jännityslisäys (pohjapaine)	Lopullinen pystyjännitys	Konsolidaatiotila		Esi- konsolidaatio- jännitys
h_i [m]	z [m]	γ [kN/m ³]	σ_{v0} [kPa]	u [kPa]	$\sigma'_{v0} - u$ [kPa]	$\Delta\sigma'_z$ [kPa]	σ'_v [kPa]	Pre-overburden pressure POP	Over- consolidation ratio OCR	σ_c [kPa]
1,00	0,50	20,00	10,00	0,00	10,00	278,34	288,34	0,00	0,00	0,00
1,00	1,50	20,00	30,00	5,00	25,00	120,19	145,19	0,00	1,00	25,00
1,00	2,50	20,00	50,00	15,00	35,00	66,82	101,82	0,00	1,00	35,00
1,00	3,50	20,00	70,00	25,00	45,00	42,50	87,50	0,00	1,00	45,00
1,00	4,50	20,00	90,00	35,00	55,00	29,40	84,40	0,00	1,00	55,00
2,00	6,00	20,00	120,00	50,00	70,00	18,75	88,75	0,00	1,00	70,00
2,00	8,00	20,00	160,00	70,00	90,00	11,65	101,65	0,00	1,00	90,00

$z_{h1} = 9,00$

Syvyys	Moduuliluku	Jännitys- eksponentti	Alkujännitys	Loppu- jännitys	Maa- kerroksen paksuus	Maakerroksen painuma	
z [m]	m_1	θ_1	σ_{ALKU} [kPa]	σ_{LOPPU} [kPa]	h_i [mm]	ϵ_1	s_i [mm]
0,50	300,00	0,50	10,00	288,34	1000	0,00921	9,212179932
1,50	300,00	0,50	25,00	145,19	1000	0,00470	4,699726494
2,50	300,00	0,50	35,00	101,82	1000	0,00278	2,783017529
3,50	300,00	0,50	45,00	87,50	1000	0,00176	1,76396561
4,50	300,00	0,50	55,00	84,40	1000	0,00118	1,18056763
6,00	300,00	0,50	70,00	88,75	2000	0,00070	1,405544301
8,00	300,00	0,50	90,00	101,65	2000	0,00040	0,794056364

Pohjamaan kokonaispainuma pitkän ajan kuluttua:

$\Sigma s_i = 21,84 \text{ mm}$

$< 40 \text{ mm}$

OK

Todellisuudessa painuma on vielä pienempi, koska pilarianturan alle rakennetaan huolellisesti tiivistetty painumaton murskearina, joka jakaa anturan pohjapaineen suuremmalle alueelle.

Laskennan suoritti:
Pvm:

Janne Iho, 263061
21.1.2017

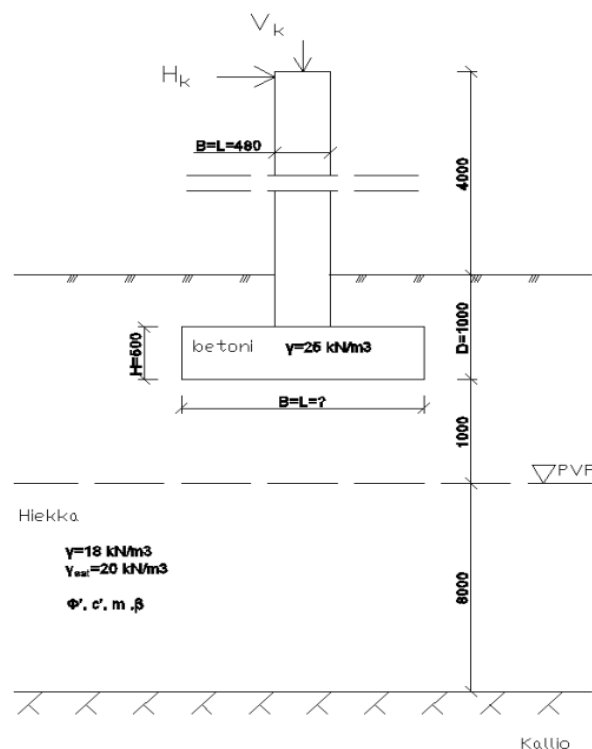
Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

Opiskelijanumero 263061
Pystykuormat
Vk 945 kN
Omapaino 756 kN
Lumi 189 kN

Vaakakuormat
Tuuli 0 kN

Kuormitustapaus 6.10a
Pysyvät kuormat 1,35
Muuttuvat kuormat 0,00

Kitkakulma 34,9 °
Koheesio 0 kPa
moduuliluku 300
jännitysexp 0,5



SISÄLLYS

A) Anturan mitat

B) Pohjamaan lähtötiedot

C) Anturan kuormitus

Pysyvät pystykuormat
Muuttuvat pystykuormat
Pysyvät vaakakuormat
Muuttuvat vaakakuormat
Kuormien osavarmuuskertoimet

D) Anturan kantokestävyys DA2* - KT1: Vmax + Hmax

Pystykuormitus KRT
Pystykuormitus MRT
Vaakakuormitus KRT
Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine
Pohjamaan kantavuus
DA2* Kantokestävyyskäyttöaste: KT1 - Vmax + Hmax
Sallittu pohjapaine (RakMk)

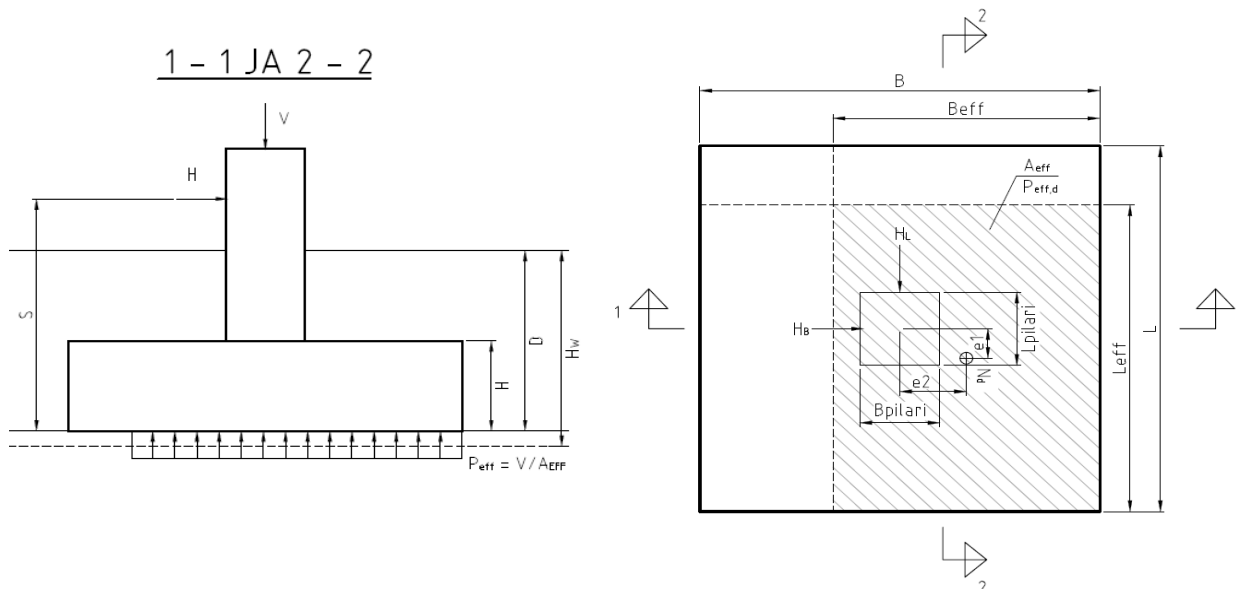
Laskennan suoritti:
Pvm:

Janne Iho, 263061
21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Laskenta vain harrastekäyttöön!

A) Anturan mitat

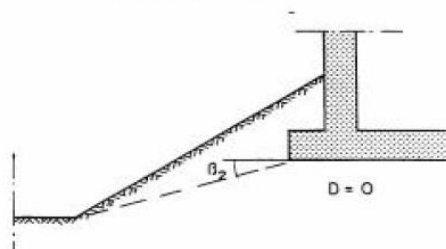
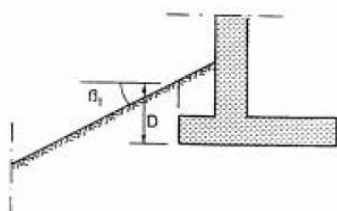
Mitoitetaan pilarianturan geotekninen kantavuus EC:n mukaan. Mitoitustapa DA2*.
Antura mitoitetaan pysyville ja muuttuville pysty- ja vaakakuormille.
Laskentapohjaan on varattu yksi pysyvä ja muuttuva kuorma anturan molemmissa suunnissa.



B=	1800 mm	Anturan leveys (leikkaus 1-1)
L=	1800 mm	Anturan pituus (leikkaus 2-2)
H _{laatta} =	500 mm	Anturan korkeus
D=	1000 mm	Perustamissyvyys
H _w =	1000 mm	Pohjaveden pinnan syvyys anturan pohjasta (oletus anturan pohjan tasolla)
L _{pilari} =	480 mm	Peruspilarin pituus
B _{pilari} =	480 mm	Peruspilarin leveys
h _{pilari} =	4500 mm	Peruspilarin korkeus
H _{maa} =	500 mm	Anturan päällä olevan maan korkeus

Perustussyvyys D kantokykyä laskettaessa kuvan 4a mukaisesti, kun β_1

Perustussyvyys D = 0 kantokykyä laskettaessa $-\beta_1 = \beta_2$



Kaltevuuskorjaus voidaan laskea yllä olevien kuvien mukaisesti kahdella vaihtoehtoisella tavalla.
Mitoituskantokyvyksi valitaan suurempi näin saaduista arvoista.

$\beta = 0,0^\circ$ Luiskan kaltevuus

Pikamitoitus:

KT1: Vmax + Hmax	
$P_{eff,d}$	356 kN/m ²
R_d / A'_{Σ}	848 kN/m ²
KA:	42 % < 100 % OK
e < B/3, OK!	

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

B) Pohjamaan lähtötiedot

$\gamma_{\text{täyttö}}$	=	20,0 kN/m ³	Ympäristäytön kuivavirtotilavuuspaino
γ_{pohjamaa}	=	18,0 kN/m ³	Pohjamaan kuivavirtotilavuuspaino
$\gamma_{\text{pohjamaa,w}}$	=	10,0 kN/m ³	Pohjamaan tilavuuspaino pohjavedenpinnan alapuolella
φ	=	34,9 °	Pohjamaan kitkakulma
c'	=	0,0 kN/m ²	Tehokas koheesio
α	=	0,0 °	Anturan pohjan kaltevuus

C) Anturan kuormitus

Pysyvät pystykuormat

γ_b	=	25,0 kN/m ³	Teräsbetonin tilavuuspaino
V_{laatta}	=	1,62 m ³	Anturalaatan tilavuus
V_{pilari}	=	1,08 m ³	Peruspilarin tilavuus maanpinnan alapuolella
V_{antura}	=	2,70 m ³	Anturan kokonaistilavuus
V_{maa}	=	1,50 m ³	Anturaa kuormittavan maan tilavuus
G_{antura}	=	67,5 kN	Anturan omapaino
G_{maa}	=	30,1 kN	Anturaa kuormittavan maan omapaino
G_{pyst}	=	756,0 kN	Yläpuolisen rakenteen omapaino

Muuttuvat pystykuormat

Q_{pyst}	=	189,0 kN	Anturaa kuormittava muuttuva keskeinen pystykuorma
-------------------	---	----------	--

Pysyvät vaakakuormat

$G_{\text{vaak,B}}$	=	0,0 kN	Anturaa kuormittava pysyvä vaakakuorma leikkauksessa 1-1
$G_{\text{vaak,L}}$	=	0,0 kN	Anturaa kuormittava pysyvä vaakakuorma leikkauksessa 2-2
S_G	=	0,0 m	Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi mitattuna anturan alapinnan tasosta

Muuttuvat vaakakuormat

$Q_{\text{vaak,B}}$	=	0,0 kN	Anturaa kuormittava muuttuva vaakakuorma leikkauksessa 1-1
$Q_{\text{vaak,L}}$	=	0,0 kN	Anturaa kuormittava muuttuva vaakakuorma leikkauksessa 2-2
S_Q	=	5,0 m	Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi mitattuna anturan alapinnan tasosta
ϑ	=	0,0 °	Vaakakuormien resultantin ja L-linjan välinen kulma

Kuormien osavarmuuskertoimet

γ_G	=	1,35	Pysyvän kuorman osavarmuuskertoimen
γ_Q	=	0,00	Muuttuvan kuorman osavarmuuskertoimen
K_{FI}	=	1,0	Seuraamusluokasta johtuva kuormakerroin

Anturan kantavuus on tarkastettava molemmille kuormayhdistelyillä 6.10a ja 6.10b.

6.10a: Pelkät pysyvät kuormat. Määräävä, kun muuttuvat kuormat ovat pieniä suhteessa pysyviin kuormiin.

6.10b: Pysyvät ja muuttuvat kuormat. Määräävä, kun muuttuvat kuormat ovat suuria suhteessa rakenteen omapainoon.

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

D) Anturan kantokestävyys DA2* - KT1: Vmax + Hmax

Pystykuormitus KRT

$$V_{max,k} = G_{antura} + G_{maa} + G_{pyst} + Q_{pyst}$$

$$V_{max,k} = 1043 \text{ kN} \quad \text{Anturan pystykuormien ominaisarvo}$$

Pystykuormitus MRT

$$V_{max,d} = \gamma_G * K_{FI} * (G_{antura} + G_{maa} + G_{pyst}) + \gamma_Q * K_{FI} * Q_{pyst}$$

$$V_{max,d} = 1152 \text{ kN} \quad \text{Anturan pystykuormien mitoitusarvo}$$

Vaakakuormitus KRT

$$H_{max,B,k} = G_{vaak,B} + Q_{vaak,B}$$

$$H_{max,B,k} = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Anturan vaakakuormien ominaisarvo leikkauksessa 1-1}$$

$$H_{max,L,k} = G_{vaak,L} + Q_{vaak,L}$$

$$H_{max,L,k} = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Anturan vaakakuormien ominaisarvo leikkauksessa 2-2}$$

$$H_{max,k} = \sqrt{(H_{max,B,k})^2 + (H_{max,L,k})^2}$$

$$H_{max,k} = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti}$$

Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine

Lasketaan kuormayhdistelmän aiheuttama anturan pohjapaine.

Anturan tehokas leveys poikkileikkauksessa 1-1

$$M_{B,k} = S_G * G_{vaak,B} + S_Q * Q_{vaak,B}$$

$$S_G = 0,0 \text{ m} \quad \text{Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$S_Q = 5,0 \text{ m} \quad \text{Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$M_{B,k} = 0,0 \text{ kNm} \quad \text{Anturaa kaatava momentti leikkauksessa 1-1}$$

$$e_1 = M_{B,k} / V_{max,k}$$

$$e_1 = 0,000 \text{ m} \quad \text{Pystykuorman epäkeskeisyys leikkauksessa 1-1}$$

$e < B/3$, OK!

$$B_{eff} = B - 2 * e_1$$

$$B = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan leveys}$$

$$B_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

Anturan tehokas leveys poikkileikkauksessa 2-2

$$M_{L,k} = S * H_{max,L,k}$$

$$S_G = 0,0 \text{ m} \quad \text{Pysyvän vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$S_Q = 5,0 \text{ m} \quad \text{Muuttuvan vaakakuorman momenttivarsi}$$

$$M_{L,k} = 0,0 \text{ kNm} \quad \text{Anturaa kaatava momentti leikkauksessa 2-2}$$

$$e_2 = M_{L,k} / V_{max,k}$$

$$e_2 = 0,000 \text{ m} \quad \text{Pystykuorman epäkeskeisyys leikkauksessa 2-2}$$

$e < L/3$, OK!

$$L_{eff} = L - 2 * e_2$$

$$L = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan pituus}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

Anturan tehokas pohjapinta-ala ja -paine

$$A_{eff} = L_{eff} * B_{eff}$$

$$A_{eff} = 3,2 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$P_{eff,d} = V_{max,d} / A_{eff}$$

$$P_{eff,d} = 356 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapaine}$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

Pohjamaan kantavuus

$$R/A' = c' * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * B_{eff} * N_{\gamma} * b_{\gamma} * s_{\gamma} * i_{\gamma}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi'$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_c = 45,7 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c * \tan \varphi)$$

$$b_q = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$N_c = 45,7 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$b_c = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_c = (s_q * N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_q = 1,57 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$s_c = 1,6 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c * \tan \varphi)$$

$$i_q = 1,000 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$N_c = 1,6 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$i_c = 1,0 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$c' * N_c * b_c * s_c * i_c = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q' = \gamma * D$$

$$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Maan tilavuuspaino perustamistason yläpuolella}$$

$$D = 1,00 \text{ m} \quad \text{Perustamissyvyys}$$

$$q' = 20,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Perustamistasossa vallitseva jännitys}$$

$$N_q = e^{\pi * \tan \varphi * \tan^2 (45^\circ + \varphi / 2)}$$

$$e = 2,72 \quad \text{Neperin luku}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_q = (1 - \alpha * \tan \varphi)^2$$

$$\alpha = 0,0^\circ \quad \text{Anturan pohjan kaltevuus}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$b_q = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_q = 1 + (B_{eff} / L_{eff}) * \sin \varphi$$

$$B_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$s_q = 1,57 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

$$m = m_L \cdot \cos^2 \vartheta + m_B \cdot \sin^2 \vartheta$$

$$m_B = (2 + (B_{eff} / L_{eff})) / (1 + (B_{eff} / L_{eff}))$$

$$m_L = (2 + (L_{eff} / B_{eff})) / (1 + (L_{eff} / B_{eff}))$$

$$B_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$m_B = 1,50$$

$$m_L = 1,50$$

$$\vartheta = 0,0^\circ \quad \text{Vaakakuormien resultantin ja L-linjan välinen kulma}$$

$$m = 1,50$$

$$i_q = (1 - H / (V + A_{eff} \cdot c' \cdot \cot \varphi))^m$$

$$H = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$V = 1042,6 \text{ kN} \quad \text{Pystykuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$A_{eff} = 3,2 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$m = 1,50$$

$$i_q = 1,000 \quad \text{Kuorman kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q = 1034,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Pohjamaan tehokas tilavuuspaino}$$

Laskennassa voidaan käyttää pohjamaan kuivairtotilavuuspainoa, mikäli pohjaveden pinnan taso on vähintään etäisyydellä B*1,5 anturan pohjan alapuolella.

$$B_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_q = 32,9 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$N_\gamma = 44,5 \quad \text{Kitkakulmasta riippuva kantavuuskerroin}$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,0 \quad \text{Perustuksen pohjan kaltevuudesta riippuva kerroin}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B_{eff} / L_{eff})$$

$$B_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas leveys}$$

$$L_{eff} = 1,80 \text{ m} \quad \text{Anturan tehokas pituus}$$

$$s_\gamma = 0,70 \quad \text{Perustuksen muodosta riippuva kerroin}$$

$$i_\gamma = (1 - H / (V + A_{eff} \cdot c' \cdot \cot \varphi))^{m+1}$$

$$H = 0,0 \text{ kN} \quad \text{Vaakakuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$V = 1042,6 \text{ kN} \quad \text{Pystykuormien resultantti, DA2*: KRT, DA2: MRT}$$

$$A_{eff} = 3,2 \text{ m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapinta-ala}$$

$$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tehokas koheesio}$$

$$\varphi = 34,9^\circ \quad \text{Pohjamaan kitkakulma}$$

$$m = 1,50$$

$$i_\gamma = 1,000$$

$$0,5 \cdot \gamma' \cdot B_{eff} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 280,3 \text{ kN/m}^2$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho, 263061

Pvm:

21.1.2017

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

$$R / A' = 1314 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyiden ominaisarvo}$$

Maanpinnan ollessa kalteva, on on vaakasuoralle maanpinnalle laskettua kantokykyä pienennettävä kertoimella g .

$$\theta = 0,0^\circ \quad \text{Luiskan kaltevuus}$$

$$g = (1 - 0,5 * \tan \theta)^5$$

$$g = 1,0 \quad \text{Kantokestävyiden pienennyskerroin}$$

$$R_d / A' = g * (R / A') / 1,55$$

$$R_d / A' = 848 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyiden mitoitusarvo}$$

DA2* Kantokestävyiden käyttöaste: KT1 - Vmax + Hmax

$$P_{eff,d} = 356 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Anturan tehokas pohjapaine}$$

$$R_d / A' = 848 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Kantokestävyiden mitoitusarvo}$$

$$EHTO: \quad P_{eff,d} / (R_d / A_{eff}) * 100 \% = 42 \% < 100 \% \text{ OK}$$

Sallittu pohjapaine (RakMk)

Vanha suomalainen mitoitusmenetelmä ilmoittaa anturan sallitun pohjapaineen käyttörajan kuormille. Tämä arvo on laskettu vain vertailuarvoksi vanhoja suunnitelmia varten.

$$P_{sall} = g * (R / A') / 2$$

$$P_{sall} = 657 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Sallittu pohjapaine}$$