

BES 2019

Laskentaesimerkki, Toimistorakennus

Sisällys:

1	RAKENTEIDEN SUUNNITTELUPERUSTEET	2
1.1	Rakennejärjestelmän kuvaus	2
1.2	Suunnitteluohjeet	3
1.2.1	Suunnitteluohjeesta sallitut poikkeamat	3
1.3	Rakenteiden luokitus	3
1.4	Suunnittelussa käytettävät kestävyudet ja kuormat	3
1.4.1	Rakennuspohjan kestävyys	3
1.4.2	Kuormien ominaisarvot	3
1.4.3	Sallitut taipumat	4
1.4.4	Kuormien yhdistely	4
1.4.5	Hyötykuormavähennysten käyttö	4
2	RAKENNEOSIEN ASENNUSJÄRJESTYS	5
3	RAKENNELASKELMAT	6
3.1	Pilarimitoitus	6
3.1.1	Pilari 2D, 2. – 4. krs.	6
3.2	Porrashuoneen jäykistävä seinä	9
3.2.1	Jäykistävä porrashuoneen seinä, linja 2 / A-B	9
3.3	Kellarin maanpaineseinä	12
3.3.1	2.kellarin maanpaineseinä, 1D-E alempi kellarikerros	12
4	LIITE: FEM-LASKENTATULOKSET	15

1 Rakenteiden suunnitteluperusteet

1.1 Rakennejärjestelmän kuvaus

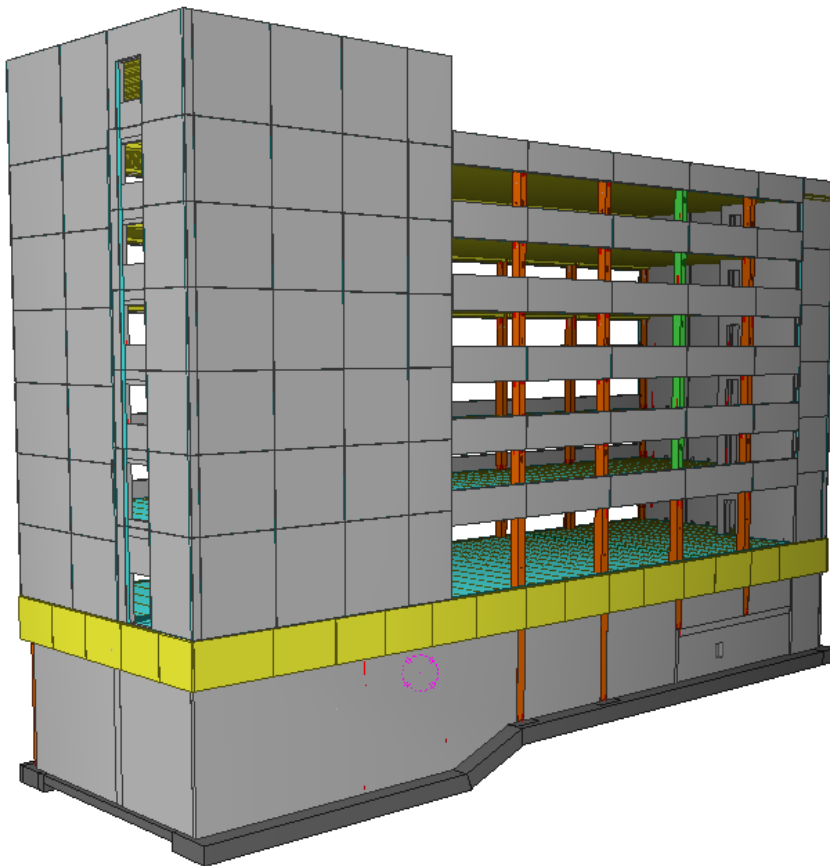
Toimistorakennus (koko $P*L*K = 43,9*14,2*21.2...24,4+5,9...7,3 \text{ m}^3$) sijaitsee Helsingissä sisämaassa tasaisella avoimella alueella. Rakennuksessa on 6+1 maanpäällistä kerrosta ja 2 maanalaista kerrosta.

Rakennuksen runko on teräsbetoni- ja jännebetonielementeistä koottu pilari-palkki -ontelolaatta -runko. Väestönsuoja on paikallavalettu. Rakennus on jäykistetty kantavilla elementtiseinillä ja -porras/hissi -torneilla. Ontelolaatat toimivat kerroksittain jäykkänä levynä, joka siirtää rakennuksen vaakavoimat jäykistäville pystyrakenteille.

Pilarit ovat kahden ja kolmen kerroksen korkuisia elementtipilareita. Pilarit kiinnitetään perustuksiin ja toisiinsa pilarikengillä. Palkit ovat yksiaukkoisia matalapalkkeja ja kiinnitetään pilareihin piilokonsolilla. Jäykistävien seinäelementtien kiinnityksissä käytetään tarvittaessa seinäkenkiä. Kellarin elementtirakenteiset maanpaineseinät toimivat yksiaukkoisina yhteen suuntaan kantavina laattoina, jotka tukeutuvat välipohjiin ja perustuksiin.

Rakennus perustetaan maanvaraisille paikallavaletuille teräsbetonianturoille, ja alimman kellarikerroksen lattia on maanvarainen teräsbetoni-laatta.

Rakennuksen ulkoseinät ovat betoni-mineraalivilla-betoni -sandwichelementtejä, ja yläpohja on tuuletettu kevytsorakatto.



1.2 Suunnitteluohjeet

Toimistorakennus suunnitellaan eurokoodien SFS-EN 1990, SFS-EN 1991, SFS-EN 1992 ja SFS-EN 1997 sekä näiden standardien Suomen kansallisten liitteiden mukaan.

1.2.1 Suunnitteluohjeesta sallitut poikkeamat

Ei sallita.

1.3 Rakenteiden luokitus

Seuraamusluokka (SFS-EN 1990 NA): CC2

Seuraamusluokka onnettomuusrajatilassa (SFS-EN1991-1-7 NA): CC2b

Toteutusluokka (SFS-EN 13670): 2

Toteutuksen toleranssiluokka (SFS-EN 13670): 1

Valmistustoleranssit (SFS-EN 13369):

- Ontelolaatat SFS-EN 1168 ja pilarit ja palkit SFS-EN 13225 tiukennetut toleranssit. Tässä yhteydessä myös betonin lujuuden keskihajonnan on osoitettava olevan enintään 10 %. (Em. tuotestandardien tiukennetut valmistustoleranssit vastaavat SFS-EN 1992-1-1 liitteen A mukaisia pienennettyjä poikkeamia.)
- Sisä- ja julkisivuseinäelementit (SFS-EN 14992): Luokka B

Rakennesuunnittelutehtävän vaativuusluokka (ympäristöministeriön ohje rakennesuunnittelutehtävien vaativuusluokista 2015): vaativa V

Hankkeen vaativuusluokka (RIL 241-2016): V2

Suunniteltu käyttöikä: 50 vuotta

Kantavien rakenneosien palonkestävyysaika: R60

Betonirakenteiden ympäristön rasitusluokka (SFS-EN 206):

- Perustukset: XC2
- Pilarit, palkit, sisäseinät ja ontelolaatat: XC1
- Kellarin lattia: XC2
- Julkisivuelementtien sisäkuori: XC1, ja ulkokuori: XC3, XF1

1.4 Suunnittelussa käytettävät kestävyudet ja kuormat

1.4.1 Rakennuspohjan kestävyys

Maapohjan kantokestävyuden ominaisarvo: 500 kN/m²

1.4.2 Kuormien ominaisarvot

Tuulen puuskanopeuspaineen ominaisarvo: $q_{p0}(h) = q_p(h) = 0,81 \text{ kN/m}^2$ (tuulen nopeuden perusarvo 21 m/s², rakennuksen tuulelle altis korkeus (h) 24,4 m, maastoluokka 2)

Yläpohja

- Lumikuorman ominaisarvo maanpinnalla: $s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

- Lumikuorman ominaisarvo katolla: $s = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (tuulensuojaiskerroin $C_e = 1.0$, muotokerroin $\mu_i = 0.8$). Lumen kinostuminen katolle IV-konehuoneen viereen määritellään SFS-EN 1991-1-3 ja Suomen rakentamismääräyskokoelman 2016 osan Rakenteiden kuormat mukaisesti.
- Pintarakenteet $g_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

IV-konehuoneen lattia

- Hyötykuorman ominaisarvo: $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (luokka E)
- Pintarakenteet $g_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Toimistokerrosten 1...6 välipohjat:

- Hyötykuorman ominaisarvo: $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (luokka B)
- Hyötykuorma väliseinistä (väliseinän paino $\leq 1,0 \text{ kN/m}$), ominaisarvo: $q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ (luokka B) (Huom. toimistorakennuksen ei-kantavien väliseinien paikkaa sallitaan muutettavaksi => väliseinät ovat siirrettäviä => paino käsiteltävä hyötykuormana. Ks. SFS-EN 1991-1-1 5.1(5)P, 5.2.2(2)P ja 6.3.1(8))
- Pintarakenteet $g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Kellarikerrosten väli- ja alapohja

- Hyötykuorman ominaisarvo: $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (luokka E)
- Hyötykuorma väliseinistä (väliseinän paino $\leq 1,0 \text{ kN/m}$), ominaisarvo: $q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ (luokka B)
- Pintarakenteet $g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Piha

- Hyötykuorman ominaisarvo: $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 90 \text{ kN}$ (Luokka G) (Huom. jakautunut hyötykuorma ja pistekuorma eivät vaikuttaa samaan aikaan.)

1.4.3 Sallitut taipumat

Palkkien ja laattojen taipuma SFS-EN 1992-1-1 mukaan, yleensä käyttörajatilassa kuormien pitkäaikaisyhdistelmän vallitessa $w_{\max} \leq L/250$.

1.4.4 Kuormien yhdistely

Hyötykuorman, tuulikuorman ja katon lumikuorman ψ -kertoimien arvot SFS-EN 1990 Suomen kansallisen liitteen mukaan. IV-konehuoneen hyötykuorman ψ -kertoimien arvot määritellään kuormaluokan E mukaan.

Rakennuksen tai rakennusosien seuraamusluokka ei edellytä korotuksia kuormien ominaisarvoihin.

Mikäli rakennuksessa olisi rakenneosia, joiden suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta, ilmastosta johtuvia kuormia korotetaan 10%.

1.4.5 Hyötykuormavähennysten käyttö

Pilari- ja seinärakenteille saa tehdä hyötykuormien kerrosvähennyksen (α_n), mutta palkki- tai lattarakenteille ei saa tehdä hyötykuorman pinta-alavähennystä (α_A).

2 Rakenneosien asennusjärjestys

Rakennus toteutetaan seuraavan järjestyksen mukaisesti:

1. Ennen elementtien asennuksen alkamista ovat anturat ja väestönsuoja valettuja. Anturoissa ja väestönsuojassa ovat pilarien peruspultit ja seinäelementtien tarvitsemat kiinnikkeet.
2. Rakennuksen asennusaikainen vakavuus hoidetaan samoin kuin lopullinenkin vakavuus. Pilarit ja seinät kantavat saumaamattomina yhden kerroksen vaakakuormat.

Elementtien asentaminen sisältää, elementtien paikoilleen sijoittamisen lisäksi myös elementtien tilapäisen ja lopullisen kiinnittämisen, mukaan luettuna sauma- ja jälkivalut. Elementtejä voidaan kuormittaa yläpuolisilla rakenteilla vasta, kun sauma- ja jälkivalut ovat kovettuneet rakennesuunnitelmissa määriteltyyn purkulujuuteen. Pilarit voidaan kuitenkin asentaa ennen kuin ontelolaataston saumavalut ovat kovettuneet.

Toimistorakennuksen runkoelementtien asennusjärjestys:

1. Asennetaan alimman kellarikerroksen pilari- ja seinäelementit H-linjan päädyistä lähtien
2. Asennetaan alemman kellarikerroksen katon laattaelementit ja ontelolaatat H-linjasta lähtien
3. Elementtien saumavalut
4. Asennetaan ylemmän kellarikerroksen seinäelementit
5. Asennetaan ylemmän kellarikerroksen katon laattaelementit ja ontelolaatat H-linjasta lähtien
6. Asennetaan sokkelikuorielementit
7. Elementtien saumavalut
8. Asennetaan 1. kerroksen seinä- ja palkkielementit H-linjasta lähtien
9. Asennetaan 1. kerroksen katon laattaelementit ja ontelolaatat H-linjasta lähtien
10. Elementtien saumavalut
11. Asennetaan 2.-4. kerrosten pilarielementit H-linjasta lähtien
12. Asennetaan 2. kerroksen 1- ja 2-linjojen nauhaelementit
13. Elementtien saumavalut
14. Asennetaan vastaavasti 2. - 4. kerrosten elementit ja tehdään saumavalut
15. Ylempien kerrosten elementit asennetaan vastaavassa järjestyksessä

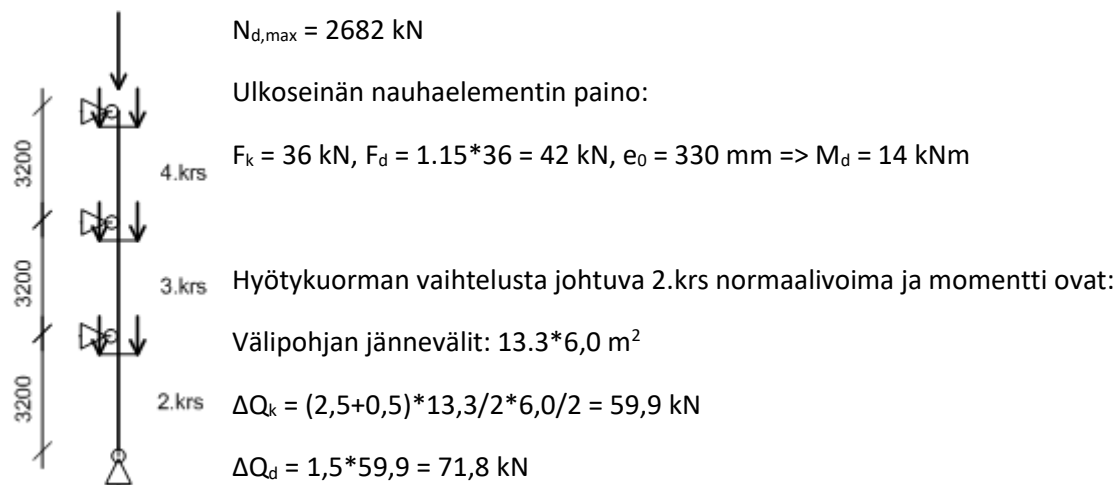
3 Rakennelaskelmat

3.1 Pilarimitoitus

3.1.1 Pilari 2D, 2. – 4. krs.

Esimerkkinä mitoitetaan ulkoseinän monikerrospilari porrashuoneiden puoleisella sivulla. Tuulikuorma ei kohdistu suoraan pilariin, vaan se välittyy ulkoseinärakenteiden kautta suoraan laatalle. Palkit ja nauhaelementit tuetaan pilariin teräs-piilokonsolilla.

Määrittävät rasitukset 2.krs lattian tasolla FEM-laskennasta, ks. Liite



Hyötykuormavaihtelu vaikuttaa vain yhdessä kerroksessa

$$N_d = 2682 - 71,8 = 2610 \text{ kN}$$

Konsoli PCs 3 $\Rightarrow e_{0,lisä} = 48 \text{ mm}$ ja taipumasta aiheutuva lisämomentti $M_{xd} = 16 \text{ kNm}$

$$M_d = 71,8 \cdot (0,48/2 + 0,048) + 16 = 20,7 + 16 \Rightarrow M_d = 36,7 \text{ kNm}$$

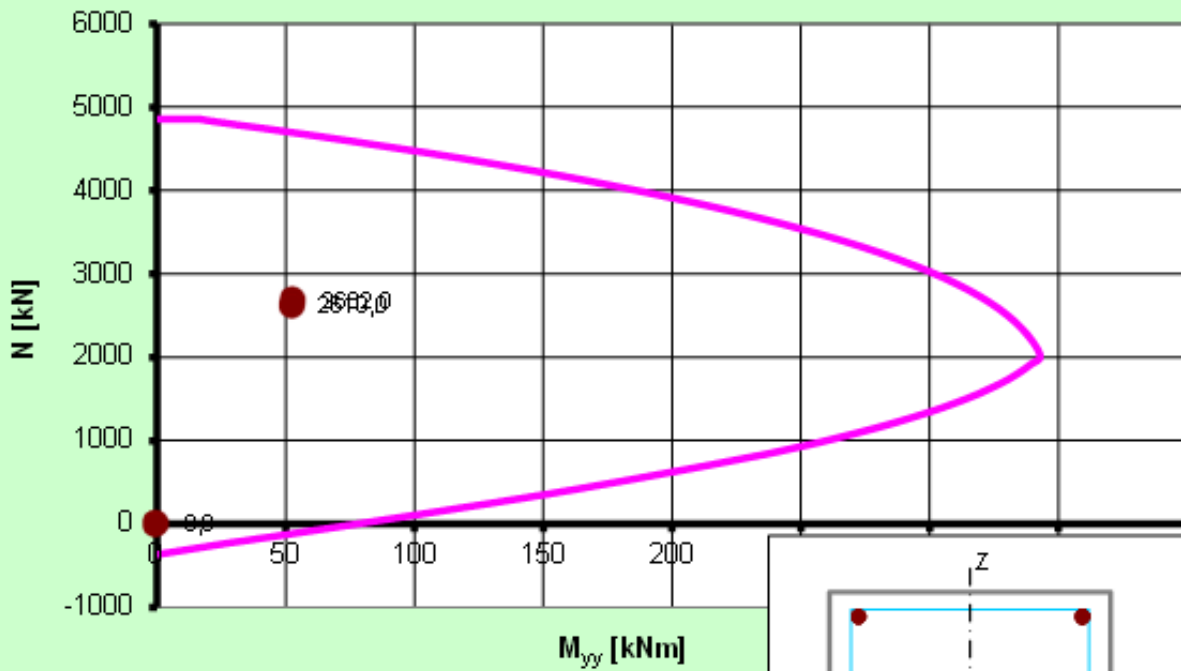
Lasketaan yhden kerroksen korkuisena pilarina 2. kerroksen lattian tasolla, $h = L = 3.2 \text{ m}$

$\Rightarrow H \cdot B = 480 \cdot 380 \text{ 4T16} + \text{HT8 k225}$, betoni C40/50

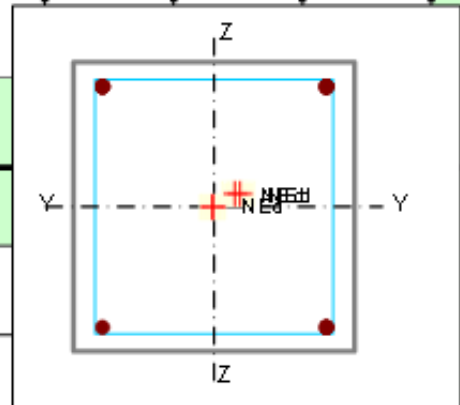
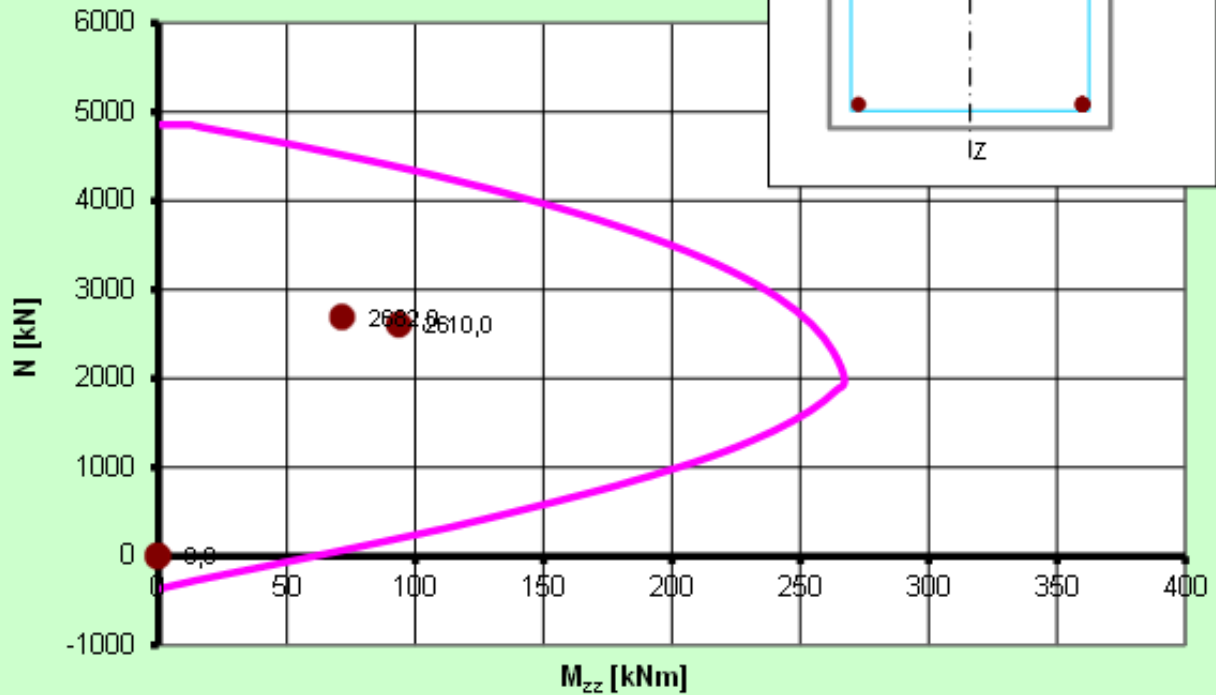
		Rakennelaskelma, lähtötiedot																																																							
		Tekijä: Mitoittaja	Sivu: 1 (2)																																																						
		Päiväys: 24.7.2019																																																							
Rakennuskohde:	Työ no:	Sisältö:	Sijainti:																																																						
Rakennusteollisuus Toimistorakennus 2019		2.krs ulkoseinäpilari																																																							
B3 Kahteen suuntaan taivutettu teräsbetonipilari			Versio 1.51																																																						
SKOL Toteutettu SKOL Eurocode-laskentapohjahankkeessa 2008-2011																																																									
Olosuhdetekijät:		Poikkileikkauksen mitat:																																																							
Rasitusluokka =	XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä	Korkeus, H = 480 mm																																																						
Suun. käyttöikä =	50 vuotta		Leveys, B = 380 mm																																																						
RH =	40 %	Kuiva ilma																																																							
t ₀ =	28	d																																																							
t =	36500	d																																																							
Materiaalit:		Pilarin pituus ja nurjahduskertoimet:																																																							
Rakenneluokka =	1	Pilarin pituus, L = 3200 mm																																																							
Betoni =	C40/50	μ _{yy} = 1,00	Nurjahduskertoim, Y-Y																																																						
Betoniteräs f _{yk} =	500 MPa	μ _{zz} = 1,00	Nurjahduskertoim, Z-Z																																																						
		Betonipeitteen nimellisarvo ja max. raekoko: Betonipeite, c = 25 mm Δc _{dev} = 10 mm Max raekoko, d _g = 16 mm																																																							
		Rauditus: Ø _{min} = 16 mm teräsriv. h sivulla = 2 = n _h teräsriv. b sivulla = 2 = n _b Ø _{Haat} = 8 mm s = 225 mm																																																							
Tarkistukset, Tulokset ja Maksimikäyttöasteet:																																																									
A _s = 804,2 mm ²	A _{s,min} = 590,0 mm ²	A _{s,max} = 10944,0 mm ²																																																							
c _{nom} = 20 mm	a _{min} = 20 mm	Ø _{naka,min} = 6 mm	s _{cl,max} = 240 mm																																																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Y-Y-akselin ympäri [kNm]</th> <th colspan="2">Z-Z-akselin ympäri [kNm]</th> <th>Vinotaivutus (Eq 5.39)</th> <th></th> </tr> <tr> <th></th> <th>M_{Ed,y}</th> <th>M_{Rd,y}</th> <th>M_{Ed,z}</th> <th>M_{Rd,z}</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tapaus 1</td> <td>53,6</td> <td>321,8</td> <td>71,8</td> <td>251,3</td> <td>0,27</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>Tapaus 2</td> <td>52,2</td> <td>325,2</td> <td>92,9</td> <td>254,4</td> <td>0,34</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>Tapaus 3</td> <td>0,0</td> <td>77,4</td> <td>0,0</td> <td>60,2</td> <td>0,00</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>Tapaus 4</td> <td>0,0</td> <td>77,4</td> <td>0,0</td> <td>60,2</td> <td>0,00</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>			Y-Y-akselin ympäri [kNm]		Z-Z-akselin ympäri [kNm]		Vinotaivutus (Eq 5.39)			M _{Ed,y}	M _{Rd,y}	M _{Ed,z}	M _{Rd,z}			Tapaus 1	53,6	321,8	71,8	251,3	0,27	OK	Tapaus 2	52,2	325,2	92,9	254,4	0,34	OK	Tapaus 3	0,0	77,4	0,0	60,2	0,00	OK	Tapaus 4	0,0	77,4	0,0	60,2	0,00	OK												
	Y-Y-akselin ympäri [kNm]		Z-Z-akselin ympäri [kNm]		Vinotaivutus (Eq 5.39)																																																				
	M _{Ed,y}	M _{Rd,y}	M _{Ed,z}	M _{Rd,z}																																																					
Tapaus 1	53,6	321,8	71,8	251,3	0,27	OK																																																			
Tapaus 2	52,2	325,2	92,9	254,4	0,34	OK																																																			
Tapaus 3	0,0	77,4	0,0	60,2	0,00	OK																																																			
Tapaus 4	0,0	77,4	0,0	60,2	0,00	OK																																																			
φ(t, t ₀) = 2,00	i _{yy} = 138,6	λ _{yy} = 23,1	L _{0,yy} = 3200,0 mm																																																						
	i _{zz} = 109,7	λ _{zz} = 29,2	L _{0,zz} = 3200,0 mm																																																						
Ensimmäisen kertaluvun voimasuureet (sisältää pilarin oman painon):																																																									
Voimasuureet sisältävät 2-kertaluvun vaikutukset: Ei		Rakenne on:																																																							
Huomioi mitaepätarkkuudet: Y-Y suunnassa		Sivusiirtymätön Z-Z suunnassa																																																							
		Sivusiirtymätön Y-Y suunnassa																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Murtorajatilan voimasuureet pilarin päissä</th> <th colspan="2">KRT Pitkäaikaisen ja MRT Momentin suhde</th> <th colspan="2">Kokonaiskaarevuuden jakaumasta riippuva kerroin</th> </tr> <tr> <th>Puristus (+) Veto (-) N_{Ed} [kN]</th> <th>Yläpää (top) M_{0yy,top} [kNm] M_{0zz,top} [kNm]</th> <th>Alapää (btm) M_{0yy,btm} [kNm] M_{0zz,btm} [kNm]</th> <th></th> <th>(M_{0Eqp}/M_{0Ed})_{yy}</th> <th>(M_{0Eqp}/M_{0Ed})_{zz}</th> <th>c_{yy}</th> <th>c_{zz}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tapaus 1</td> <td>2682</td> <td>14</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0,83</td> <td>0,83</td> <td>9,9</td> <td>9,9</td> </tr> <tr> <td>Tapaus 2</td> <td>2610</td> <td>14</td> <td>72</td> <td>0</td> <td>0,83</td> <td>0,83</td> <td>9,9</td> <td>9,9</td> </tr> <tr> <td>Tapaus 3</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9,9</td> <td>9,9</td> </tr> <tr> <td>Tapaus 4</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9,9</td> <td>9,9</td> </tr> </tbody> </table>						Murtorajatilan voimasuureet pilarin päissä				KRT Pitkäaikaisen ja MRT Momentin suhde		Kokonaiskaarevuuden jakaumasta riippuva kerroin		Puristus (+) Veto (-) N _{Ed} [kN]	Yläpää (top) M _{0yy,top} [kNm] M _{0zz,top} [kNm]	Alapää (btm) M _{0yy,btm} [kNm] M _{0zz,btm} [kNm]		(M _{0Eqp} /M _{0Ed}) _{yy}	(M _{0Eqp} /M _{0Ed}) _{zz}	c _{yy}	c _{zz}	Tapaus 1	2682	14	0	0	0,83	0,83	9,9	9,9	Tapaus 2	2610	14	72	0	0,83	0,83	9,9	9,9	Tapaus 3		0	0				9,9	9,9	Tapaus 4		0	0				9,9	9,9
	Murtorajatilan voimasuureet pilarin päissä					KRT Pitkäaikaisen ja MRT Momentin suhde		Kokonaiskaarevuuden jakaumasta riippuva kerroin																																																	
	Puristus (+) Veto (-) N _{Ed} [kN]	Yläpää (top) M _{0yy,top} [kNm] M _{0zz,top} [kNm]	Alapää (btm) M _{0yy,btm} [kNm] M _{0zz,btm} [kNm]		(M _{0Eqp} /M _{0Ed}) _{yy}	(M _{0Eqp} /M _{0Ed}) _{zz}	c _{yy}	c _{zz}																																																	
Tapaus 1	2682	14	0	0	0,83	0,83	9,9	9,9																																																	
Tapaus 2	2610	14	72	0	0,83	0,83	9,9	9,9																																																	
Tapaus 3		0	0				9,9	9,9																																																	
Tapaus 4		0	0				9,9	9,9																																																	

		Rakennelaskelma, lähtötiedot	
		Tekijä: Mitoittaja	Sivu: 2 (2)
		Päiväys: 24.7.2019	
Rakennuskohde:	Työ no:	Sisältö:	Sijainti:
Rakennusteollisuus Toimistorakennus 2019	0 0	0 2.krs ulkoseinäpilari	0 0
Kahteen suuntaan taivutettu teräsbetonipilari			Versio 1.51

Kapasiteettikäyrä Y-Y-akselin ympäri

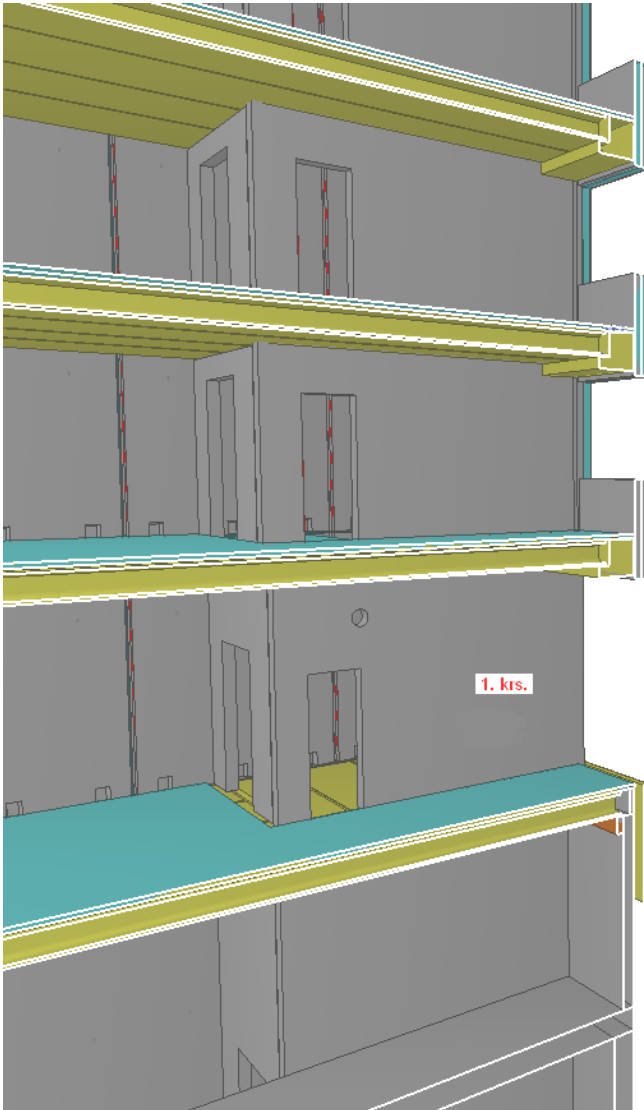


Kapasiteettikäyrä Z-Z-akselin ympäri



3.2 Porrashuoneen jäykistävä seinä

3.2.1 Jäykistävä porrashuoneen seinä, linja 2 / A-B

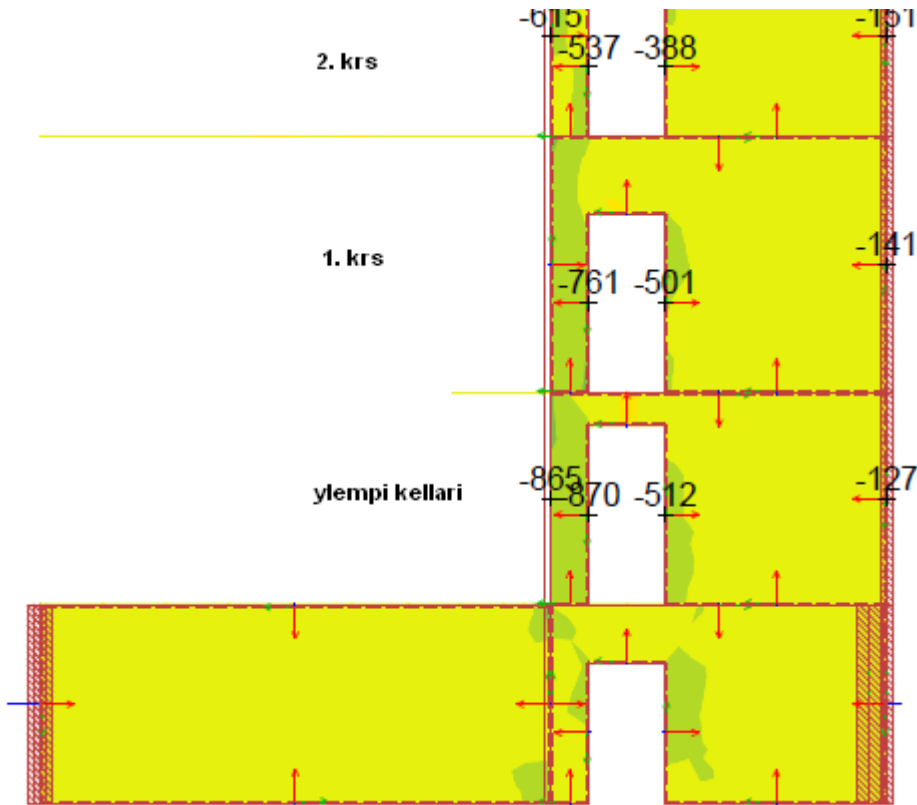


Tämä porrashuoneen jäykistävä seinä voi olla raudoittamaton, lukuun ottamatta oven vasenta pieltä, joka pitää raudoittaa ylemmässä kellarikerroksissa.

Oven vasen pieli, ylemmässä kellarikerroksessa:

Seinä on puristettu rakenne kaikissa mitoitustapauksissa (ks. Liitteen fem-laskenta), joten seinään ei tarvita seinäkenkiä eikä -pultteja, kuin asennusta helpottamaan.

Seinän leikkausrasitukset ja seinäsuuntaiset taivutusrasitukset ovat niin pieniä (<5%), että seinä voidaan mitoittaa vain fem-laskennasta saaduille puristusrasituksille.



Seinän korkeus $L = L_0 = 3,3$ m, pielen leveys $H = 550$ mm

Rasitukset fem-laskennasta, tarkemmin ks. Liite

$N_d = 870$ kN/m (Huom. kuorma per metri, ei pielen leveydelle per 0,55m)

$e_{1,end} = 0$; $e_{2,end} = 20$

=> Laskelman perusteella valitaan, rauditus 4T10 haat T8k150, betoni C30/37

		Rakennelaskelma, lähtötiedot							
		Tekijä: Mitoittaja	Sivu: 1 (2)						
		Päiväys: 24.7.2019							
Rakennuskohde:	Työ no:	Sisältö:	Sijainti:						
Rakennusteollisuus Toimistorakennus 2019		Ylemmän kellarin oven pielpilari							
B3 Kahteen suuntaan taivutettu teräsbetonipilari			Versio 1.51						
SKOL Toteutettu SKOL Eurocode-laskentapohjahankkeessa 2008-2011									
Olosuhdetekijät:		Poikkileikkauksen mitat:							
Rasitusluokka =	XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä	Korkeus, H = 550 mm						
Suun. käyttöikä =	50 vuotta		Leveys, B = 180 mm						
RH =	40 %	Kuiva ilma							
t ₀ =	28	d							
t =	36500	d							
Materiaalit:		Pilarin pituus ja nurjhduskertoimet:							
Rakenneluokka =	1	Pilarin pituus, L =	3300 mm						
Betoni =	C30/37	μ _{yy} =	1,00 Nurjhduskertoimen, Y-Y						
Betoniteräs f _{yk} =	500 MPa	μ _{zz} =	1,00 Nurjhduskertoimen, Z-Z						
		Betonipeitteen nimellisarvo ja max. raekoko:							
		Betonipeite, c =	25 mm						
		Δc _{dev} =	10 mm						
		Max raekoko, d _g =	16 mm						
		Raudoitus:							
		∅ _{min} =	10 mm						
		teräsriv. h sivulla =	4 = n _h						
		teräsriv. b sivulla =	2 = n _b						
		∅ _{haat} =	8 mm						
		s =	150 mm						
Tarkistukset, Tulokset ja Maksimikäyttöasteet:									
A _s =	628,3 mm ²								
A _{s,min} =	198,0 mm ²								
A _{s,max} =	5940,0 mm ²								
c _{nom} =	20 mm								
a _{min} =	20 mm								
∅ _{haka,min} =	6 mm								
s _{cl,max} =	150 mm								
		Y-Y-akselin ympäri [kNm]	Z-Z-akselin ympäri [kNm]	Vinotaivutus (Eq 5.39)					
		M _{Ed,yy}	M _{Rd,yy}	M _{Ed,zz}	M _{Rd,zz}				
Tapaus 1		9,6	145,8	32,0	46,3	0,72	OK		
Tapaus 2		0,0	69,3	0,0	20,7	0,00	OK		
Tapaus 3		0,0	69,3	0,0	20,7	0,00	OK		
Tapaus 4		0,0	69,3	0,0	20,7	0,00	OK		
φ(t, t ₀) =		2,74	i _{yy} =	158,8	λ _{yy} =	20,8	L _{0,yy} =	3300,0 mm	
			i _{zz} =	52,0	λ _{zz} =	63,5	L _{0,zz} =	3300,0 mm	
Ensimmäisen kertaluvun voimasuuret (sisältää pilarin oman painon):				Rakenne on:					
Voimasuuret sisältävät 2-kertaluvun vaikutukset: Ei				Sivusiirtymätön Z-Z suunnassa					
Huomioi mittaepätarkkuudet: Y-Y suunnassa				Sivusiirtymätön Y-Y suunnassa					
Murtorajatilan voimasuuret pilarin päissä						KRT Pitkäaikaisen ja MRT Momentin suhde		Kokonaiskaarevuuden jakaumasta riippuva kerroin	
Puristus (+) Veto (-) N _{Ed} [kN]	Yläpää (top) M _{0yy,top} [kNm]	M _{0zz,top} [kNm]	Alapää (btm) M _{0yy,btm} [kNm]	M _{0zz,btm} [kNm]	(M _{0Eqp} /M _{0Ed}) _{yy}	(M _{0Eqp} /M _{0Ed}) _{zz}	c _{yy}	c _{zz}	
Tapaus 1	479	0	10	0	0	0,83	0,83	9,9	9,9
Tapaus 2		0	0	0	0	0,83	0,83	9,9	9,9
Tapaus 3		0	0	0				9,9	9,9
Tapaus 4		0	0	0				9,9	9,9

3.3 Kellarin maanpaineseinä

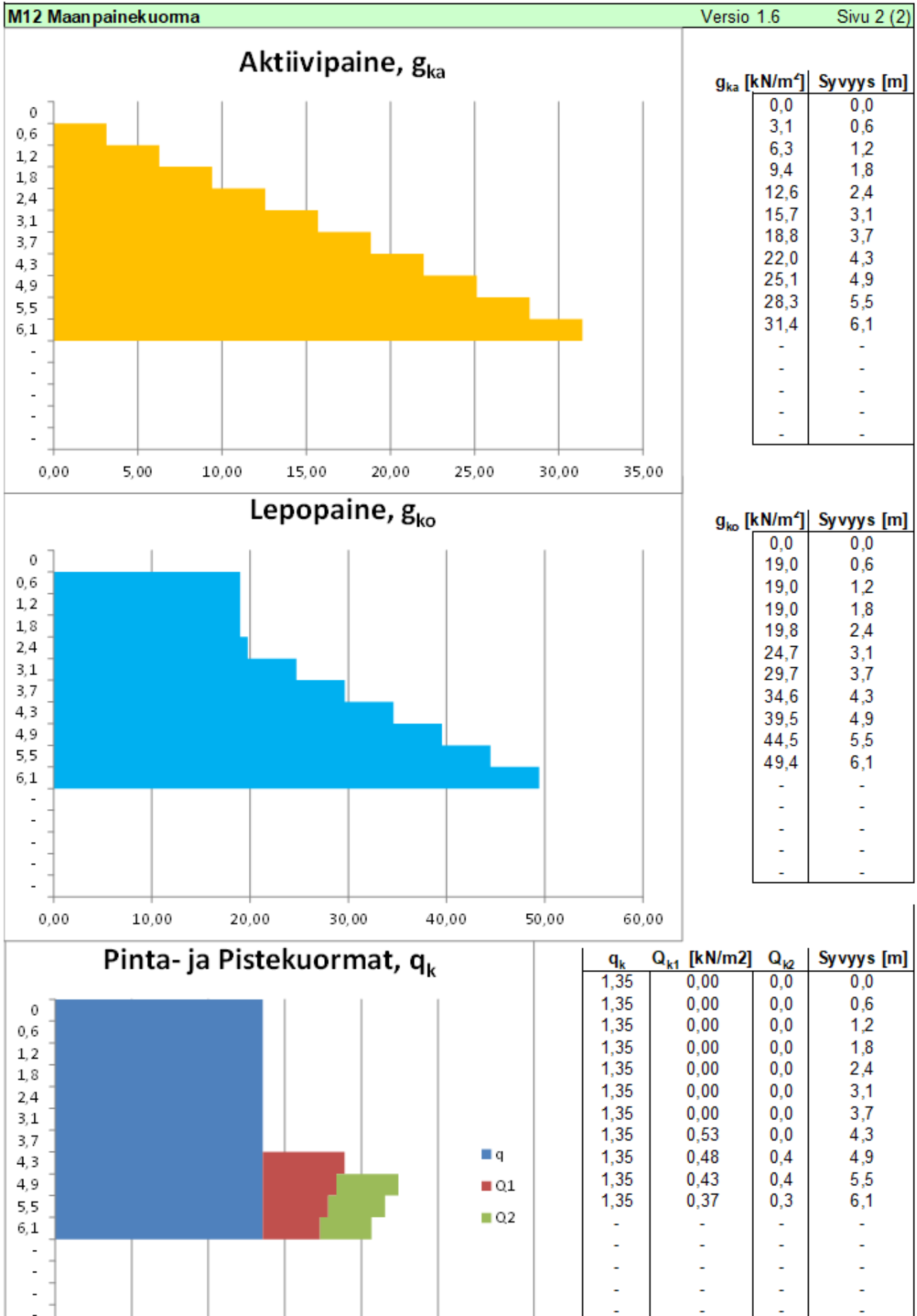
3.3.1 2.kellarin maanpaineseinä, 1D-E alempi kellarikerros

Seinän korkeus $L = L_0 = 2,9$ m (Maanpinta seinän yläreunasta +3,3 m)

Pihalla on tavaraliikennettä => $q_k = 5,0$ kN/m² tai $O_k = 90$ kN (Luokka G) (Huom. pistekuorma vaikuttaa eriaikaan kuin jakautunut hyötykuorma)

Seinän vierustäyttö, tiivistetty hiekka; $\gamma = 19$ kN/m³, $\varphi = 35^\circ$

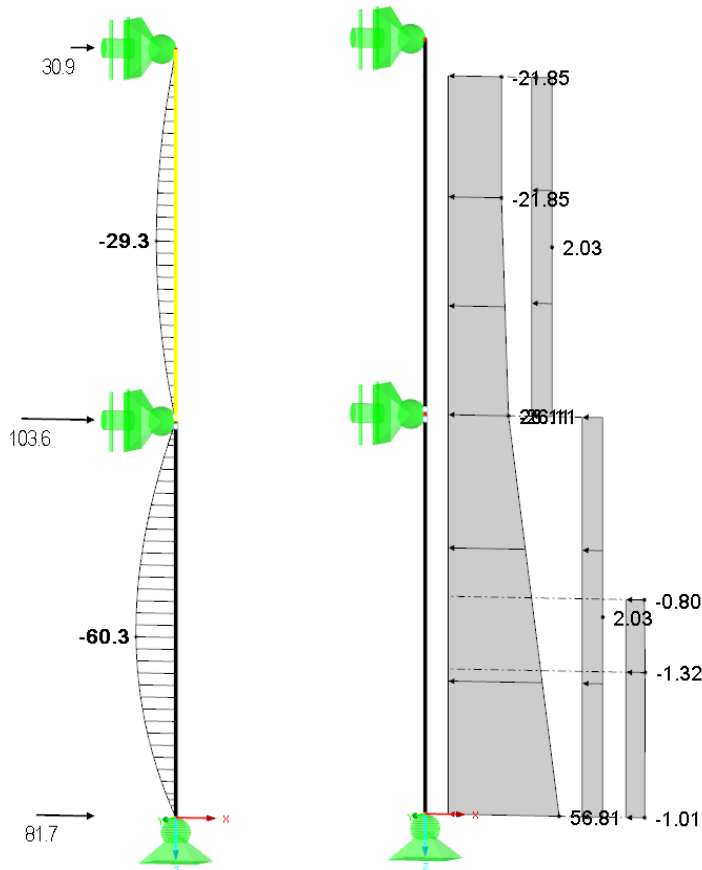
		Rakennelaskelma, tulos	
		Tekijä: Mitoittaja	Sivu: 1 (2)
		Päiväys: 24.7.2019	
Rakennuskohde: BES 2019 Toimistorakennus	Työ no:	Sisältö: Kellarin maanpaineseinä	Sijainti:
M12 Maanpainekuorma		Versio 1.6	
SKOL Toteutettu SKOL Eurocode-laskentapohjahankkeessa 2008-2011			
Rakenneosan mitat:		Ulkoiset ominaiskuormat:	
Täytemaakerroksia:	1 kpl	Pintakuorma $q =$	5 kN/m ²
Seinän kokonaiskorkeus $H_{tot} =$	6,1 m	Pistekuorma $Q_1 =$	45 kN/m
Täytemaan 1 korkeus $H_1 =$	6,1 m	Etäisyys $A_1 =$	5,4 m
Täytemaan 2 korkeus $H_2 =$	0 m (Ei käytetä)	Leveys $L_1 =$	1,5 m
Etupuolen täytön korkeus $H_3 =$	0,2 m	Pistekuorma $Q_2 =$	45 kN
Täytemaan luiska $\beta =$	0 °	Etäisyys $A_3+B_2 =$	6,3 m
		Leveys $L_2 =$	1,5 m
Maaparametrit:			
Täytemaakerrokset			
Hiekka, Keskitiivis			
Tilavuuspaino $\gamma_1 =$	19 kN/m ³		
Kitkakuilma $\varphi_1 =$	35 °		
Tilavuuspaino $\gamma_2 =$	- kN/m ³		
Kitkakuilma $\varphi_2 =$	- °		
Etupuolen täytemaa			
Tiehallinto - Sora			
Tilavuuspaino $\gamma_3 =$	21 kN/m ³		
Kitkakuilma $\varphi_3 =$	38 °		
Passiivipaineesta huomioitava osuus	0 %		
Yksi täytemaakerros		Kaksi täytemaakerrosta	
Aktiivinen maanpainekerroin $K_{a1} =$	0,271	Max. passiivipaine $g_{kp} =$ 0,00 kN/m	
Aktiivinen maanpainekerroin $K_{a2} =$	-		
Passiivinen maanpainekerroin $K_p =$	4,204		
Lepopaine maanpainekerroin $K_o =$	0,426		



Vierustäytön tiivistämisestä johtuva maanpaine 19 kN/m²

Seinään maan kautta välittyvät mitoitusrasitukset M_d ja V_d lasketaan kerroksen korkuisena anturaan ja välipohjalaattaan vapaasti tuettuna palkkina (maanpaineseinä tehdään kahdesta 1-kerroksen korkuisesta elementistä => ei tukimomenttia). Seinä ei tukeudu pilareihin, vaan on näistä irti.

Suurimmat rasitukset seinälle, kun pihalla on pistekuormat $Q_k = 45+45$ kN seinästä 5,4 ja 6.3 m:n etäisyydellä.



$$M_d = 60,3 \text{ kNm/m}$$

$$V_d = 81,7 \text{ kN/m}$$

Alemman kellarin katon tuennan aiheuttama mitoitusmomentti ($e=0,25\text{m}$). Lasketaan minimiarvo (epäedullisin tapaus), koska tämä vähentää maan kautta aiheutuvaa momenttia. (Huom. Tässä tarkoituksella sekoitetaan kuormayhdistelyjä, jotta saadaan helposti varmallalla puolen oleva mitoitusmomentti.)

$$M_{d,k\text{-laatta}} = 0,9 \cdot 4,65 \cdot 13,3 / 2 \cdot (-0,25) = -6,9 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 60,3 - 6,9 = 53,4 \text{ kNm/m}$$

$$N_{d,laatta} = 13,3 / 2 \cdot (1,15 \cdot (4,65 + 2,0) + 1,5 \cdot 2,5) = 75,8 \text{ kN/m/krs}$$

$$N_{d,k\text{-seinä}} = 1,15 \cdot 3,3 \cdot 0,25 \cdot 25 = 23,7 \text{ kN/m/krs}$$

$$N_{d,1k\text{-seinä}} = 5,0 \text{ kN/m (arvio, 1.krs. lasiseinä, } h=3,5\text{m)}$$

$$N_d = 2 \cdot N_{d,laatta} + 2 \cdot N_{d,k\text{-seinä}} + N_{d,1k\text{-seinä}} = 2 \cdot 75,8 + 2 \cdot 23,7 + 5,0 = 204,0 \text{ kN/m}$$

=> seinän paksuus 250 mm, molempiin pintoihin pystyraudoitus T12-200 + jakorautoitus T10-300, betoni C30/37 (Huom. Seuraavan sivun laskelmassa vaakateräksset ovat pilarin hakoja, ei seinän jakoteräksiä. Jakorautoitus T10-300 on laskettu erikseen.)

4 LIITE: FEM-laskentatulokset

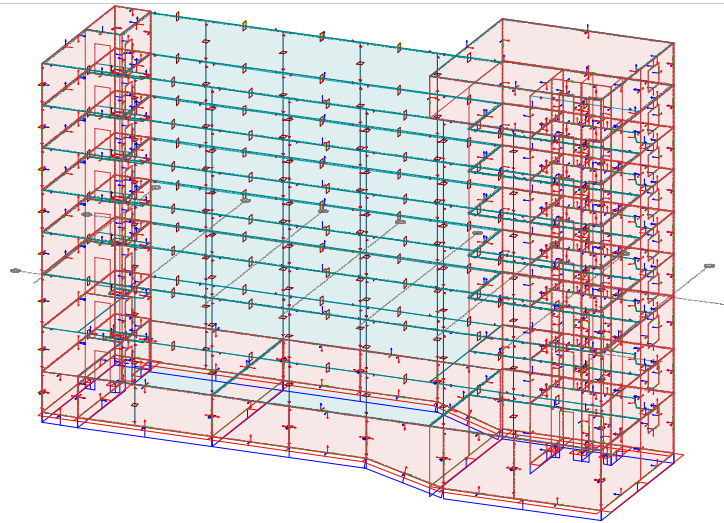
1 Laskentamalli	3
1.1 Geometria.....	3
2 Kuormitukset	4
2.1 Kuormitustapaukset.....	4
2.2 Kuormitusyhdistelmät.....	9
3 Laskentatulokset	11
3.1 Murtorajatila, seinä lionjojen A ja B välissä.....	11
3.1.1 Maksimi kuormitusyhdistelyistä.....	11
3.1.2 Mitoitusvoimasuureet eri kuormitusyhdistelmillä.....	12
3.2 Mitoitettavan pilarin voimasuureet, linja D.....	21

1 Laskentamalli

1.1 Geometria

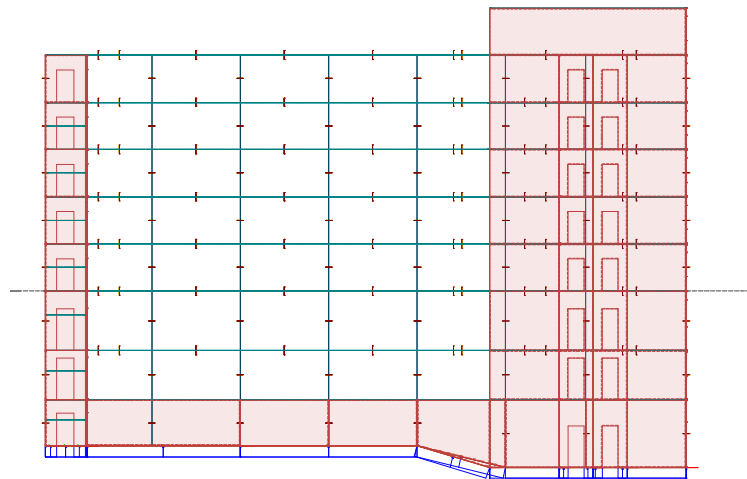
Havainnekuva

Eurocode (NA: Finnish)



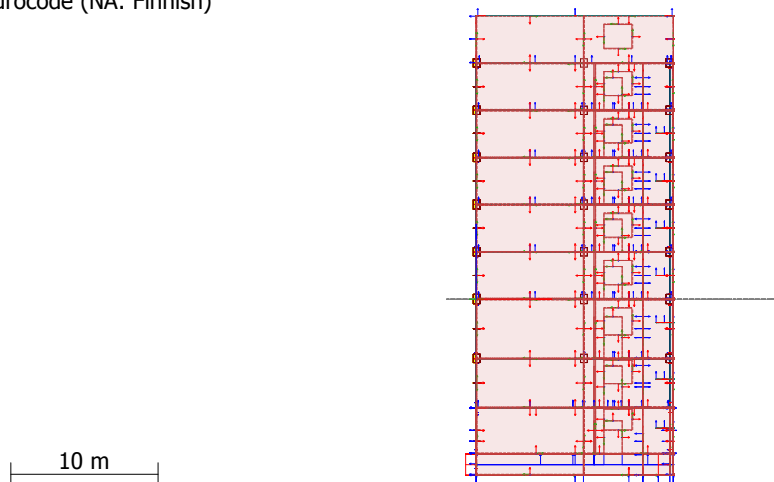
Pituusleikkaus

Eurocode (NA: Finnish)



Poikkileikkaus

Eurocode (NA: Finnish)



2 Kuormitukset

2.1 Kuormitustapaukset

Point loads

No.	F	M	Load case
[-]	[kN]	[kNm]	[-]
1	100.000	0.000	Omapaino

Line loads

No.	q1	q2	Load case
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	6.00	6.00	Seinät
2	6.00	6.00	Seinät
3	6.00	6.00	Seinät
4	6.00	6.00	Seinät
5	6.00	6.00	Seinät
6	6.00	6.00	Seinät
7	6.00	6.00	Seinät
8	6.00	6.00	Seinät
9	6.00	6.00	Seinät
10	6.00	6.00	Seinät
11	6.00	6.00	Seinät
12	6.00	6.00	Seinät
13	6.00	6.00	Seinät
14	6.00	6.00	Seinät
15	3.00	3.00	Seinät
16	3.00	3.00	Seinät
17	3.00	3.00	Seinät
18	3.00	3.00	Seinät
19	2.00	2.00	Seinät
20	3.00	3.00	Seinät
21	3.00	3.00	Seinät
22	3.00	3.00	Seinät
23	3.00	3.00	Seinät
24	3.00	3.00	Seinät
25	3.00	3.00	Seinät
26	3.00	3.00	Seinät
27	3.00	3.00	Seinät
28	3.00	3.00	Seinät
29	3.00	3.00	Seinät
30	3.00	3.00	Seinät
31	3.00	3.00	Seinät
32	3.00	3.00	Seinät
33	3.00	3.00	Seinät
34	2.00	2.00	Seinät
35	2.00	2.00	Seinät
36	2.00	2.00	Seinät
37	2.00	2.00	Seinät
38	2.00	2.00	Seinät
39	2.00	2.00	Seinät

No.	q1	q2	Load case
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
40	2.00	2.00	Seinät
41	2.00	2.00	Seinät
42	2.00	2.00	Seinät
43	2.00	2.00	Seinät
44	2.00	2.00	Seinät
45	2.00	2.00	Seinät
46	2.00	2.00	Seinät
47	2.00	2.00	Seinät
48	2.00	2.00	Seinät
49	2.00	2.00	Seinät
50	2.00	2.00	Seinät
51	2.00	2.00	Seinät
52	2.00	2.00	Seinät
53	2.00	2.00	Seinät
54	2.00	2.00	Seinät
55	3.00	3.00	Seinät
56	3.00	3.00	Seinät
57	3.00	3.00	Seinät
58	3.00	3.00	Seinät
59	3.00	3.00	Seinät
60	3.00	3.00	Seinät
61	3.00	3.00	Seinät
62	1.30	1.30	Tuuli y+
63	2.30	2.30	Tuuli y+
64	2.30	2.30	Tuuli y+
65	2.30	2.30	Tuuli y+
66	2.30	2.30	Tuuli y+
67	2.60	2.60	Tuuli y+
68	2.60	2.60	Tuuli y+
69	1.30	1.30	Tuuli y+
70	0.90	0.90	Tuuli y+
71	0.90	0.90	Tuuli y+
72	1.60	1.60	Tuuli y+
73	1.60	1.60	Tuuli y+
74	1.60	1.60	Tuuli y+
75	1.60	1.60	Tuuli y+
76	1.60	1.60	Tuuli y+
77	1.60	1.60	Tuuli y+
78	1.60	1.60	Tuuli y+

No.	q1	q2	Load case
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
79	1.60	1.60	Tuuli y+
80	1.60	1.60	Tuuli y+
81	1.80	1.80	Tuuli y+
82	1.60	1.60	Tuuli y+
83	1.60	1.60	Tuuli y+
84	1.80	1.80	Tuuli y+
85	1.60	1.60	Tuuli y+
86	1.60	1.60	Tuuli y+
87	1.80	1.80	Tuuli y+
88	1.80	1.80	Tuuli y+
89	1.80	1.80	Tuuli y+
90	1.60	1.60	Tuuli y+
91	0.90	0.90	Tuuli y+
92	1.00	1.00	Tuuli y+
93	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
94	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
95	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
96	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
97	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
98	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
99	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
100	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
101	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
102	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
103	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
104	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
105	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
106	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
107	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
108	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
109	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
110	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
111	7.00	7.00	Pysyvät kuormat
112	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
113	12.50	12.50	Pysyvät kuormat
114	2.00	2.00	Hyötykuorma
115	2.00	2.00	Hyötykuorma
116	2.00	2.00	Hyötykuorma
117	2.00	2.00	Hyötykuorma
118	2.00	2.00	Hyötykuorma
119	2.00	2.00	Hyötykuorma
120	2.00	2.00	Hyötykuorma
121	2.00	2.00	Hyötykuorma
122	2.00	2.00	Hyötykuorma
123	2.00	2.00	Hyötykuorma
124	2.00	2.00	Hyötykuorma
125	2.00	2.00	Hyötykuorma
126	2.00	2.00	Hyötykuorma
127	2.00	2.00	Hyötykuorma

No.	q1	q2	Load case
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
128	2.00	2.00	Hyötykuorma
129	2.00	2.00	Hyötykuorma
130	2.00	2.00	Hyötykuorma
131	2.00	2.00	Hyötykuorma
132	2.00	2.00	Hyötykuorma
133	2.00	2.00	Hyötykuorma
134	0.88	0.88	Hg y+
135	0.88	0.88	Hg y+
136	0.88	0.88	Hg y+
137	0.88	0.88	Hg y+
138	0.88	0.88	Hg y+
139	0.88	0.88	Hg y+
140	0.88	0.88	Hg y+
141	0.88	0.88	Hg y+
142	0.88	0.88	Hg y+
143	0.88	0.88	Hg y+
144	0.88	0.88	Hg y+
145	0.88	0.88	Hg y+
146	0.88	0.88	Hg y+
147	0.88	0.88	Hg y+
148	0.20	0.20	Hq y+
149	0.20	0.20	Hq y+
150	0.20	0.20	Hq y+
151	0.20	0.20	Hq y+
152	0.20	0.20	Hq y+
153	0.20	0.20	Hq y+
154	0.20	0.20	Hq y+
155	0.20	0.20	Hq y+
156	0.20	0.20	Hq y+
157	0.20	0.20	Hq y+
158	0.20	0.20	Hq y+
159	0.20	0.20	Hq y+
160	0.20	0.20	Hq y+
161	0.20	0.20	Hq y+
162	1.80	1.80	Tuuli y-
163	1.80	1.80	Tuuli y-
164	1.80	1.80	Tuuli y-
165	1.80	1.80	Tuuli y-
166	1.60	1.60	Tuuli y-
167	1.60	1.60	Tuuli y-
168	1.60	1.60	Tuuli y-
169	1.60	1.60	Tuuli y-
170	0.90	0.90	Tuuli y-
171	1.60	1.60	Tuuli y-
172	0.90	0.90	Tuuli y-
173	2.30	2.30	Tuuli y-
174	2.30	2.30	Tuuli y-
175	2.30	2.30	Tuuli y-
176	2.30	2.30	Tuuli y-

No.	q1	q2	Load case
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
177	2.60	2.60	Tuuli y-
178	2.60	2.60	Tuuli y-
179	1.30	1.30	Tuuli y-
180	2.30	2.30	Tuuli y-
181	2.30	2.30	Tuuli y-
182	2.30	2.30	Tuuli y-
183	2.30	2.30	Tuuli y-
184	2.30	2.30	Tuuli y-
185	2.30	2.30	Tuuli y-
186	2.30	2.30	Tuuli y-
187	2.30	2.30	Tuuli y-
188	2.60	2.60	Tuuli y-
189	2.60	2.60	Tuuli y-
190	2.60	2.60	Tuuli y-
191	2.60	2.60	Tuuli y-
192	1.30	1.30	Tuuli y-
193	1.30	1.30	Tuuli y-
194	2.60	2.60	Tuuli y-
195	2.60	2.60	Tuuli y-
196	2.60	2.60	Tuuli y-
197	2.30	2.30	Tuuli y-
198	2.30	2.30	Tuuli y-
199	2.30	2.30	Tuuli y-
200	2.30	2.30	Tuuli y-
201	2.30	2.30	Tuuli y-
202	2.30	2.30	Tuuli y-
203	2.30	2.30	Tuuli y-
204	2.30	2.30	Tuuli y-
205	2.30	2.30	Tuuli y-
206	2.60	2.60	Tuuli y-
207	2.60	2.60	Tuuli y-
208	2.60	2.60	Tuuli y-
209	2.60	2.60	Tuuli y-
210	2.60	2.60	Tuuli y-

No.	q1	q2	Load case
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
211	2.60	2.60	Tuuli y-
212	0.88	0.88	Hg y-
213	0.88	0.88	Hg y-
214	0.88	0.88	Hg y-
215	0.88	0.88	Hg y-
216	0.88	0.88	Hg y-
217	0.88	0.88	Hg y-
218	0.88	0.88	Hg y-
219	0.88	0.88	Hg y-
220	0.88	0.88	Hg y-
221	0.88	0.88	Hg y-
222	0.88	0.88	Hg y-
223	0.88	0.88	Hg y-
224	0.20	0.20	Hq y-
225	0.20	0.20	Hq y-
226	0.20	0.20	Hq y-
227	0.20	0.20	Hq y-
228	0.20	0.20	Hq y-
229	0.20	0.20	Hq y-
230	0.20	0.20	Hq y-
231	0.20	0.20	Hq y-
232	0.20	0.20	Hq y-
233	0.20	0.20	Hq y-
234	0.20	0.20	Hq y-
235	0.20	0.20	Hq y-
236	0.20	0.20	Hq y-
237	0.20	0.20	Hq y-
238	0.20	0.20	Hq y-
239	0.20	0.20	Hq y-
240	0.20	0.20	Hq y-
241	0.20	0.20	Hq y-
242	0.20	0.20	Hq y-
243	0.88	0.88	Hg y-
244	0.88	0.88	Hg y-

Surface loads

No.	q1	q2	q3	Load case
[-]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[-]
1	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
2	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
3	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
4	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
5	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
6	2.00	2.00	2.00	Lumi
7	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
8	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
9	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
10	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
11	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
12	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
13	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
14	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
15	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
16	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
17	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
18	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
19	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
20	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
21	5.00	5.00	5.00	Hyötykuorma
22	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
23	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
24	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
25	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
26	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
27	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
28	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
29	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
30	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
31	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
32	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
33	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
34	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
35	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
36	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
37	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
38	0.00	3.00	3.00	Lumi
39	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
40	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
41	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
42	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
43	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
44	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
45	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
46	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
47	2.00	2.00	2.00	Hyötykuorma
48	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat

No.	q1	q2	q3	Load case
[-]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[-]
49	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
50	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
51	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
52	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
53	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
54	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
55	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
56	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
57	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
58	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
59	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
60	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
61	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
62	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
63	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
64	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
65	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
66	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
67	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
68	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
69	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
70	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
71	3.00	3.00	3.00	Hyötykuorma
72	2.00	2.00	2.00	Lumi
73	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
74	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
75	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
76	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
77	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
78	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
79	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
80	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
81	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
82	2.00	2.00	2.00	Pysyvät kuormat
83	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
84	1.50	1.50	1.50	Pysyvät kuormat
85	1.00	1.00	1.00	Tuuli y+

2.2 Kuormitusyhdistelmät

Load combinations

No.	Name	Type	Factor	Load cases			
1	Tuuli +y max STR	Ultimate	1.150	Omapaino+Dead load			
			1.150	Seinät			
			1.150	Pysyvät kuormat			
			1.150	Hg y+			
			1.500	Tuuli y+			
			1.050	Hyötykuorma			
			1.050	Lumi			
			1.050	Hq y+			
			2	Hyöty y+ max STR	Ultimate	1.150	Omapaino+Dead load
						1.150	Seinät
1.150	Pysyvät kuormat						
1.150	Hg y+						
0.900	Tuuli y+						
1.500	Hyötykuorma						
1.050	Lumi						
1.500	Hq y+						
3	EQU y+	Ultimate				0.900	Omapaino+Dead load
						0.900	Seinät
			0.900	Pysyvät kuormat			
			0.900	Hg y+			
			1.500	Tuuli y+			
4	Tuuli -y max STR	Ultimate	1.150	Omapaino+Dead load			
			1.150	Seinät			
			1.150	Pysyvät kuormat			
			1.150	Hg y-			
			1.500	Tuuli y-			
			1.050	Hyötykuorma			
			1.050	Lumi			
			1.050	Hq y-			
5	Hyöty -y max STR	Ultimate	1.150	Omapaino+Dead load			
			1.150	Seinät			
			1.150	Pysyvät kuormat			
			1.150	Hg y-			
			0.900	Tuuli y-			
			1.500	Hyötykuorma			
			1.050	Lumi			
			1.500	Hq y-			
6	Pysyvät + y STR 1.35	Ultimate	1.050	Omapaino+Dead load			
			1.050	Seinät			
			1.050	Pysyvät kuormat			
			1.050	Hg y+			
7	Pysyvät -y STR 1.35	Ultimate	1.050	Omapaino+Dead load			
			1.050	Seinät			
			1.050	Pysyvät kuormat			
			1.050	Hg y-			
8	Tuuli +y min STR	Ultimate	0.900	Omapaino+Dead load			
			0.900	Seinät			

No.	Name	Type	Factor	Load cases
9	Tuuli -y min STR	Ultimate	0.900	Pysyvät kuormat
			0.900	Hg y+
			1.500	Tuuli y+
			1.050	Hyötykuorma
			1.050	Lumi
			1.050	Hq y+
			0.900	Omapaino+Dead load
			0.900	Seinät
			0.900	Pysyvät kuormat
			0.900	Hg y-
10	Hyöty +y min STR	Ultimate	1.500	Tuuli y-
			1.050	Hyötykuorma
			1.050	Lumi
			1.050	Hq y-
			0.900	Omapaino+Dead load
			0.900	Seinät
			0.900	Pysyvät kuormat
			0.900	Hg y+
			0.900	Tuuli y+
			1.500	Hyötykuorma
11	Hyöty -y min STR	Ultimate	1.050	Lumi
			1.500	Hq y+
			0.900	Omapaino+Dead load
			0.900	Seinät
			0.900	Pysyvät kuormat
			0.900	Hg y-
			0.900	Tuuli y-
			1.500	Hyötykuorma
			1.050	Lumi
			1.500	Hq y-

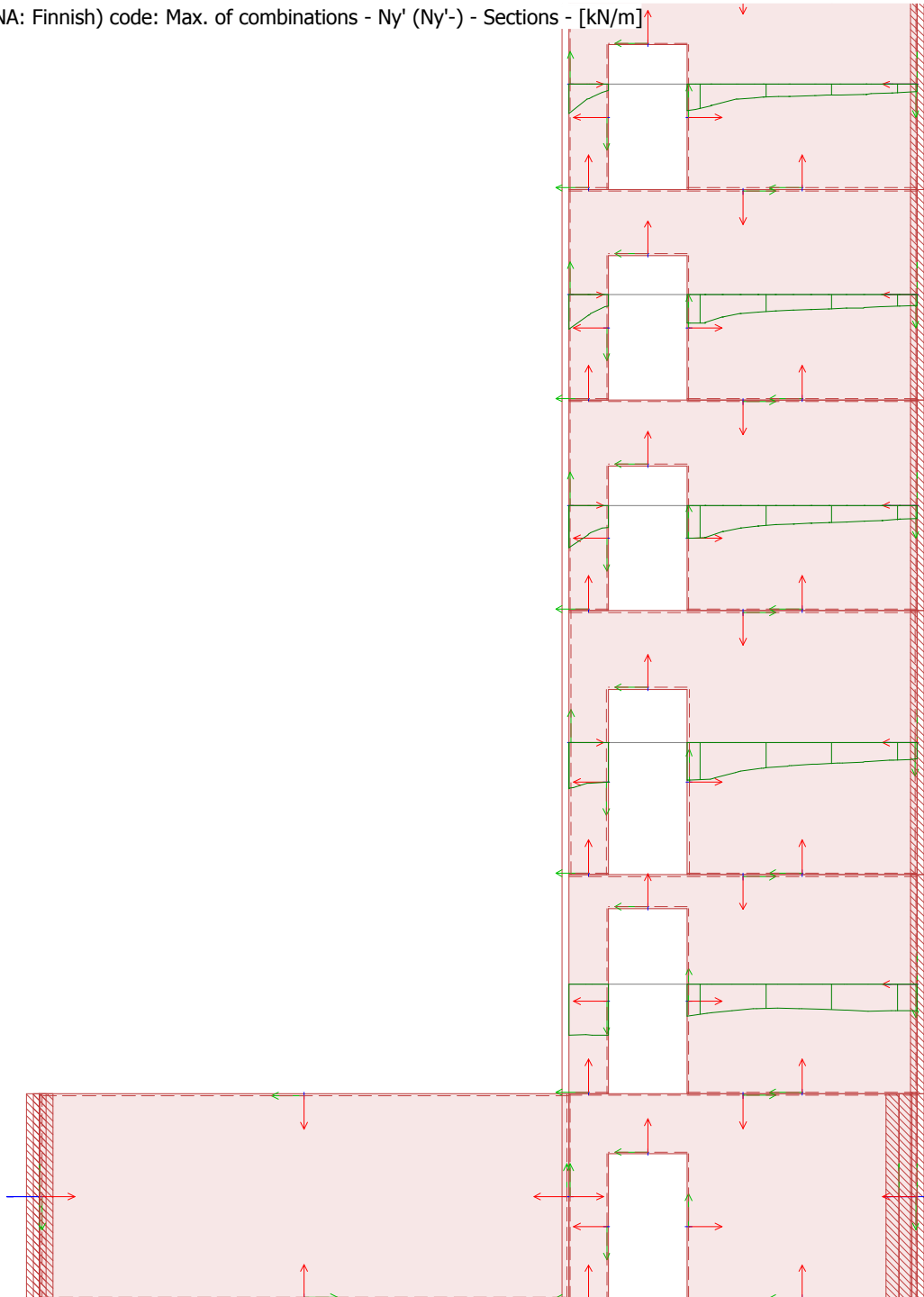
3 Laskentatulokset

3.1 Murtorajatila, seinä lionjojen A ja B välissä

3.1.1 Maksimi kuormitusyhdistelyistä

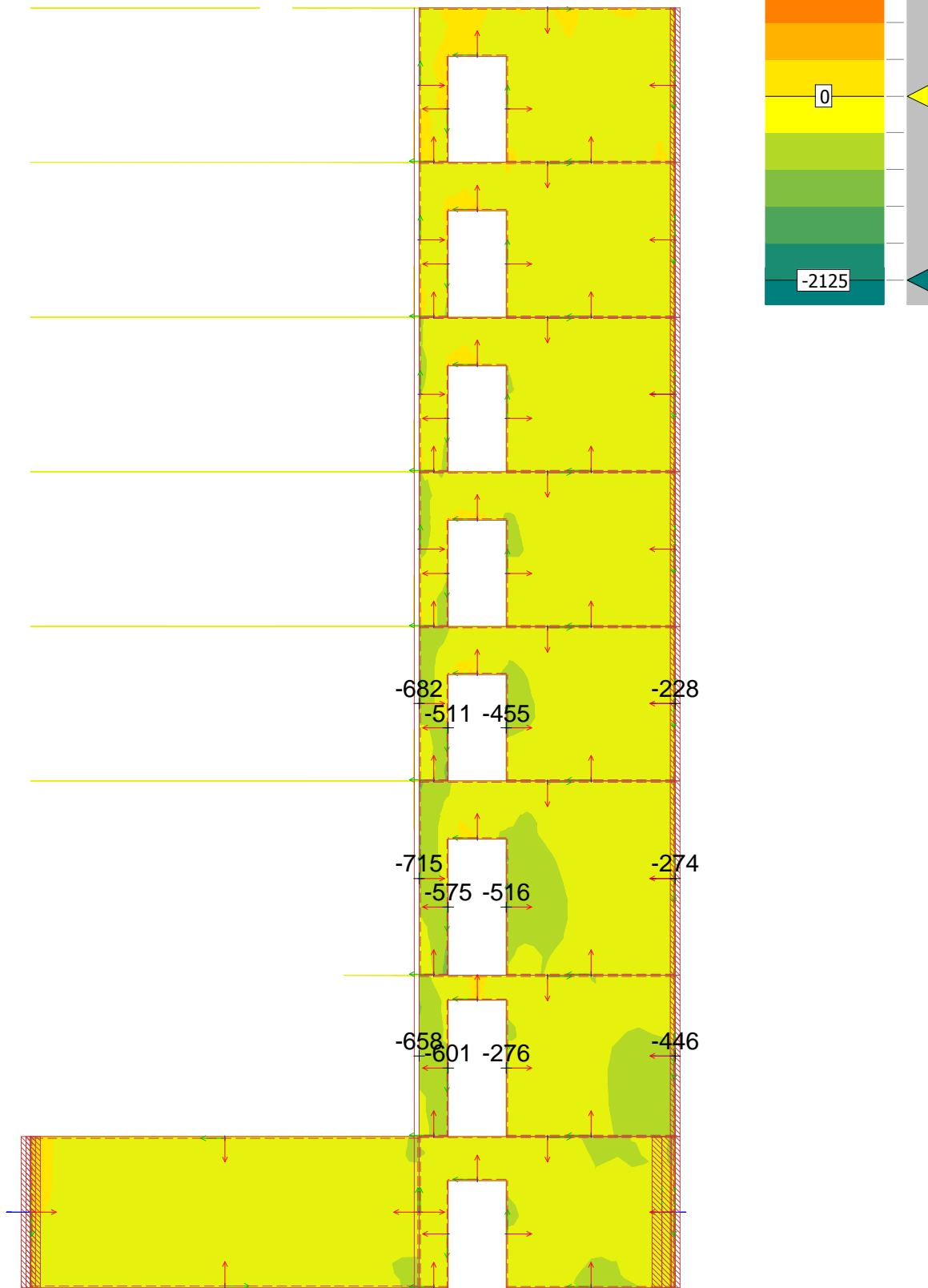
Mitoitusvoimasuureet

Eurocode (NA: Finnish) code: Max. of combinations - N_y' (N_y' -) - Sections - [kN/m]



3.1.2 Mitoitusvoimasuureet eri kuormitusyhdistelmillä

Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Tuuli +y max STR - Shells, Ny' - Colour palette - [kN/m]



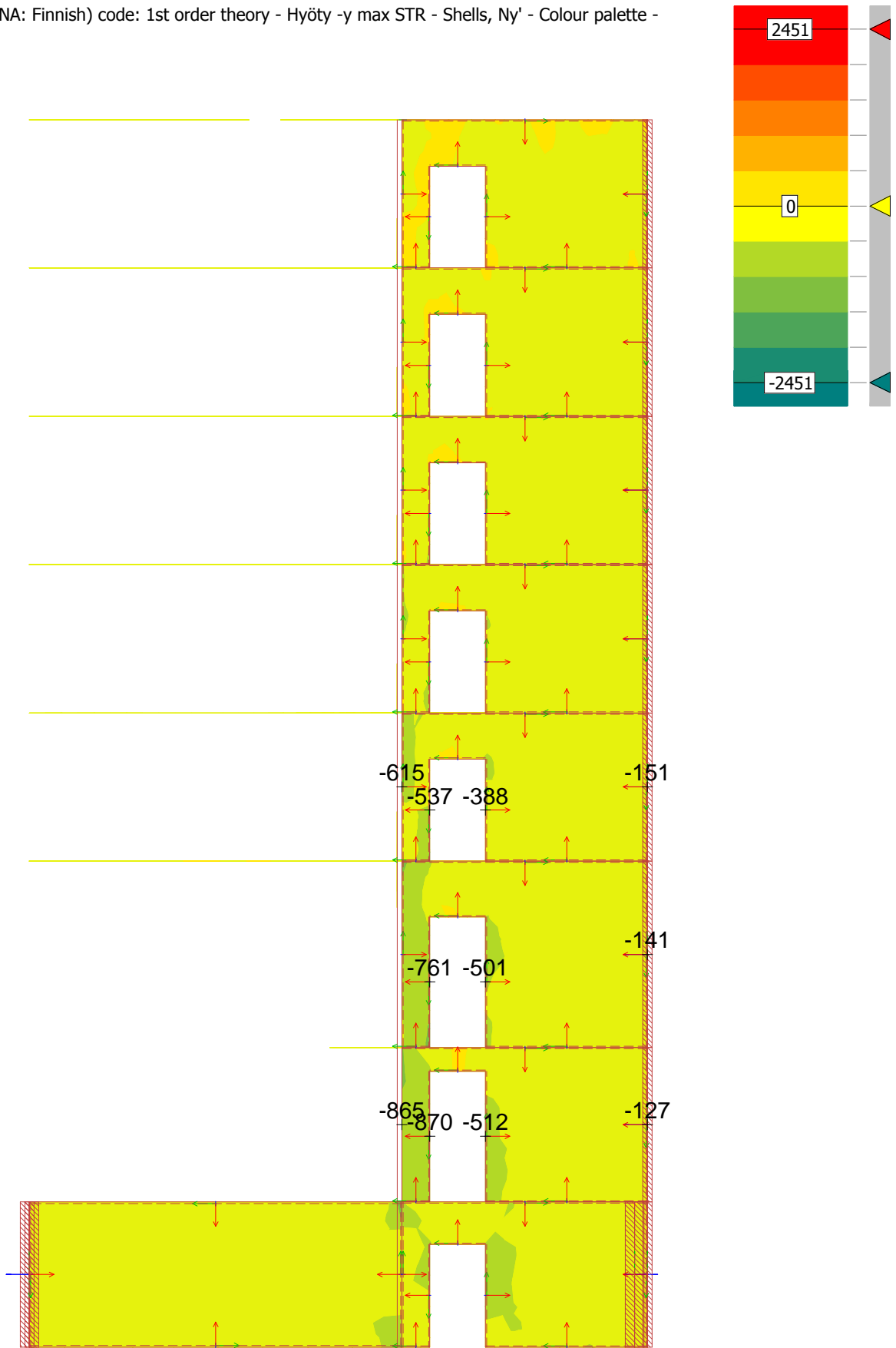
Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Hyöty y+ max STR - Shells, Ny' - Colour palette - [kN/m]

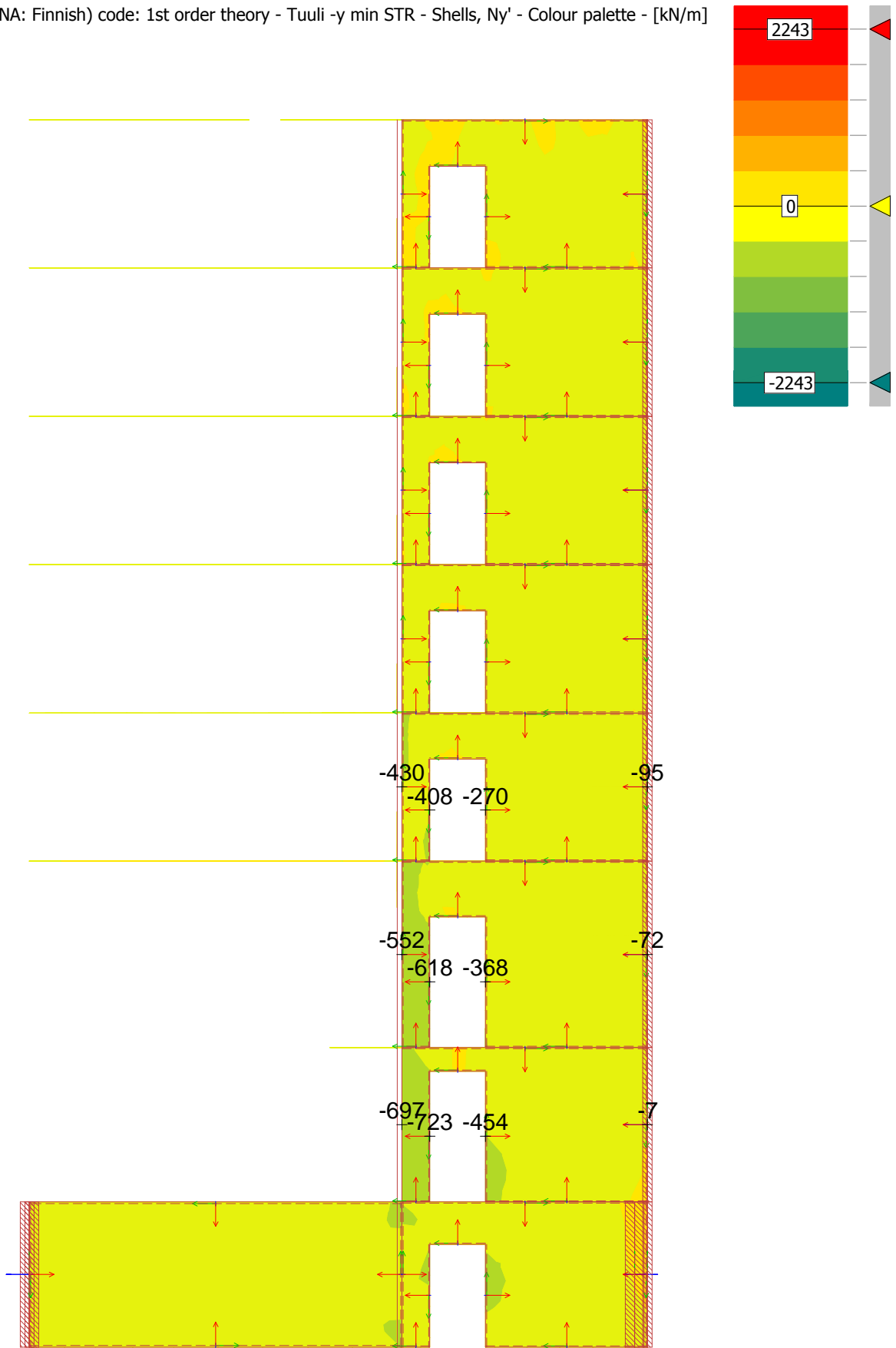


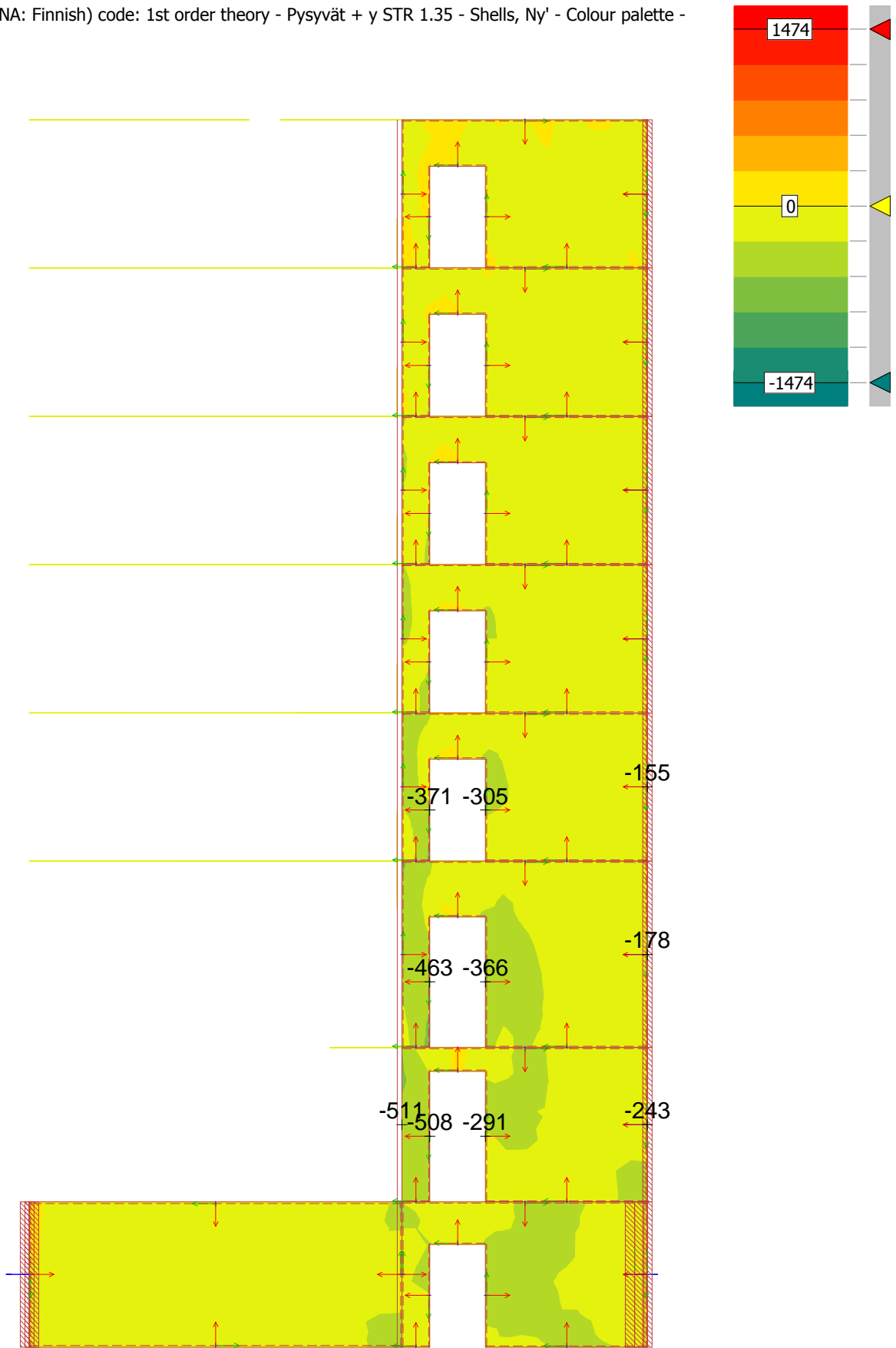




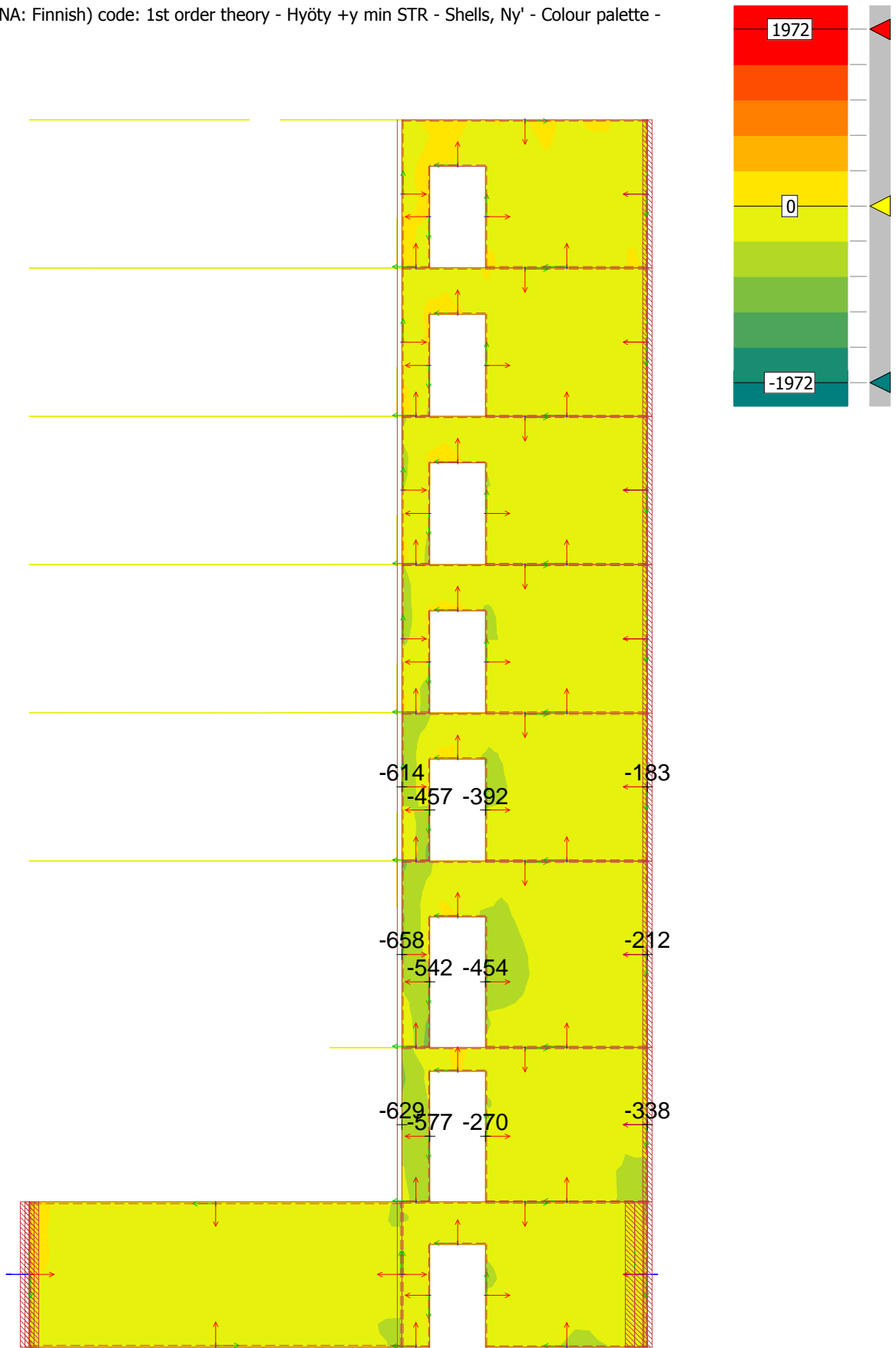
Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Hyöty -y max STR - Shells, Ny' - Colour palette - [kN/m]

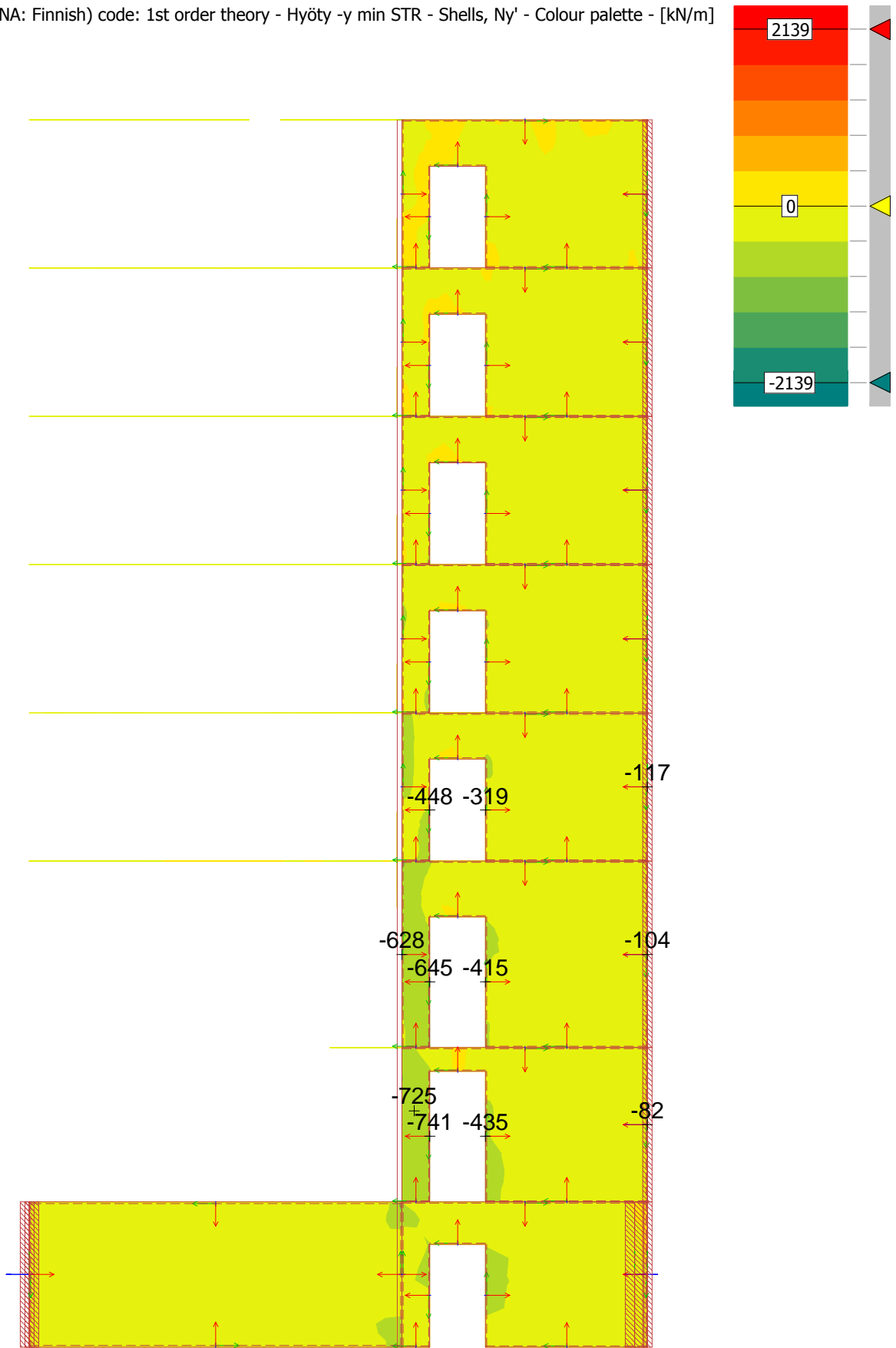






Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Hyöty +y min STR - Shells, Ny' - Colour palette - [kN/m]





3.2 Mitoitettavan pilarin voimasuureet, linja D

Leikkaus linjalta D, mitoitusvoimasuureet

Eurocode (NA: Finnish) code: Max. of combinations - N (N-) - Graph - [kN]

