BEOORDELEN VAN HET ONTWERP (uitsluitend in geval van berekeningen)

BIJLAGE 01 bij rapportage "01 Rapportage beoordeling (ontwerp)document(en)", ronde 1.

Algemene informatie
Beoordeling door Ben Notenboom en Eren Duru op 21-12-2023
Getoetste document(en) (kenmerk document; datum; vesie; omschrijving): VII-ARC-REP-SE-03-DO; 15-12-2022; E; Uitgangspunten VII-ARC-REP-SE-04-DO; 15-12-2022; C; gewichts- en stabiliteitsberekening
Overige informatie:

1. Welke risico's worden beschouwd bij de beoordeling van dit document?

OC1 Ontwerprekenfout leidt tot falen van primaire constructie

2. Welke toetsstrategie wordt gekozen?

- ☑ Uitgebreide schaduwberekening
- ☐ Eenvoudige schaduwberekening
- ☑ Analyse van invoer, toegepaste berekeningsmethode en berekeningsresultaten
- ☐ Anderszins, namelijk:

Toelichting bij gekozen strategie:

Gezien de complexiteit van de constructie is een uitgebreide schaduwberekening opgesteld. Met deze benadering kan een zo compleet mogelijk, onafhankelijk beeld van de constructieve risico's worden verkregen.

3. Door toetser gekozen uitgangspunten en randvoorwaarden.

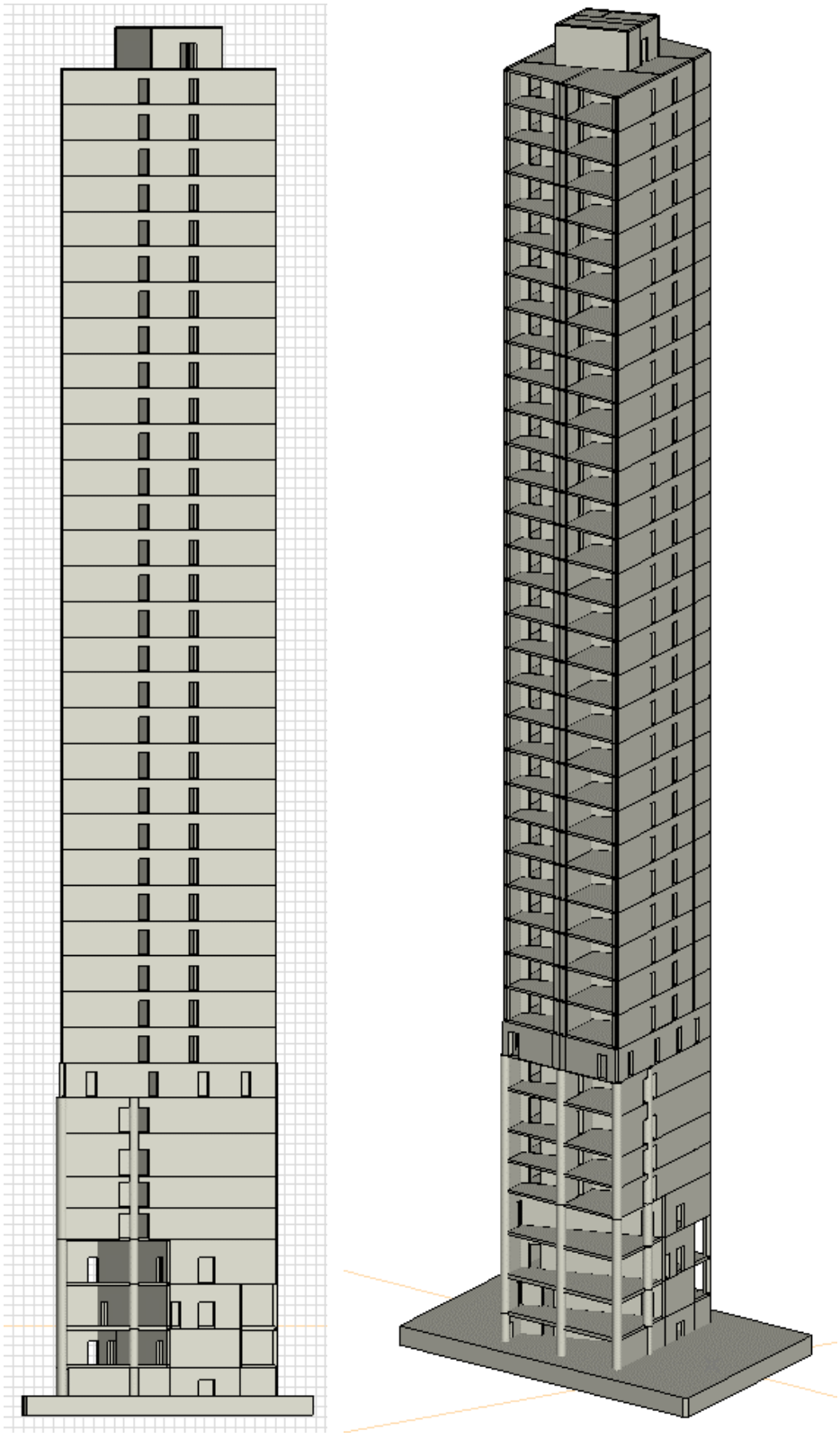
Eurocode

4. Toelichting

Voor de schaduwberekening is een deel van de constructie gemoduleerd in AxisVM. Dit modekl is gebruikt voor de gewichts- en stabiliteitsberekening. Voor de stabiliteitsberekening is de aanpendelende belasting verdisconteerd in de berekening door gebruik te maken van Excel.

Schaduwberekening gewichts- en stabiliteitsberekening 21530 The View II Rotterdam

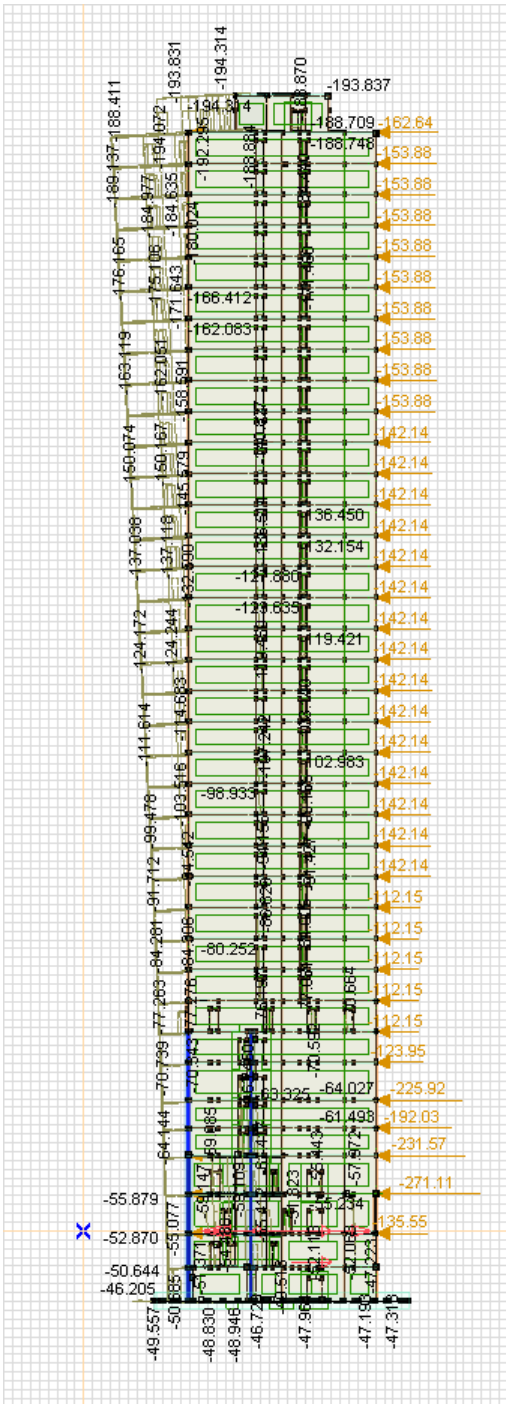
Voor de schaduwberekening is een deel van de constructie gemoduleerd in AxisVM. Dit model is gebruikt voor de gewichts- en stabiliteitsberekening. Voor de stabiliteitsberekening is de aanpendelende belasting verdisconteerd in de berekening door gebruik te maken van Excel, zie tabel 1.

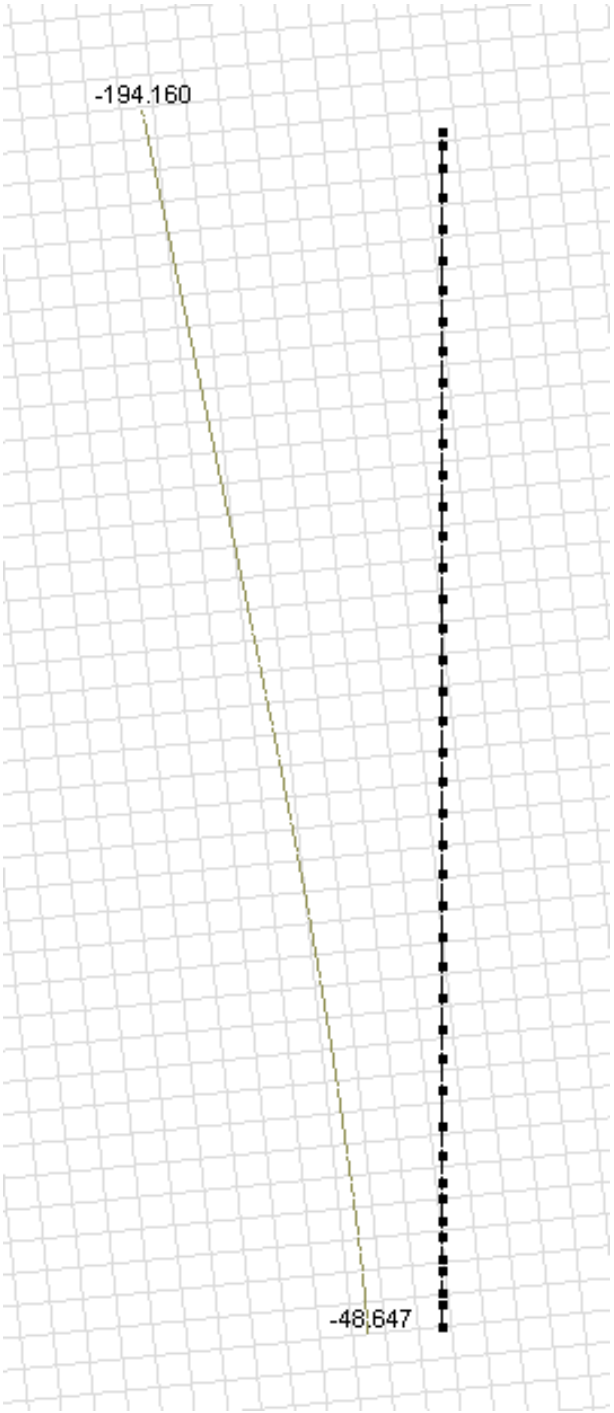


Schaduwberekening stabiliteit:

- Beschouwde windrichting: wind loodrecht op de gevels in dwarsrichting.
- Kern en stabiliteitswanden opgesteld om 2^{e} orde gedrag gebouw onafhankelijk te onderzoeken.
- Beton ingevoerd met E = 20.000 N/mm².
- Palen met k = 1,5 x 10^{5} kN/m.
- C_sC_d: 1,00. Windgebied 2 onbebouwd.

In de onderstaande figuren zijn de 1^{e}-orde verplaatsingen gegeven t.g.v. de windbelasting. Er wordt een maximale horizontale verplaatsing gevonden van: 194,2 – 48,6 = 145,6mm. De verplaatsingen per verdieping is in tabel 1 aangeven met *ux1'*.





Vervolgens is de verplaatsing t.g.v. imperfecties per verdieping bepaald. De verplaatsing per verdieping is in tabel 1 aangegeven met *impef*.

Scheefstand

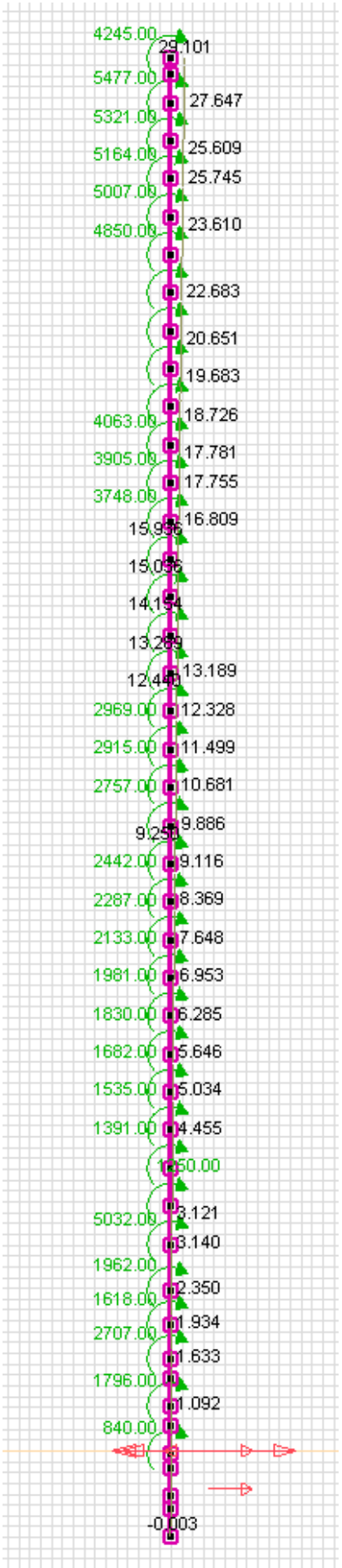
conform NEN-EN 1993-1-1 art 5.3

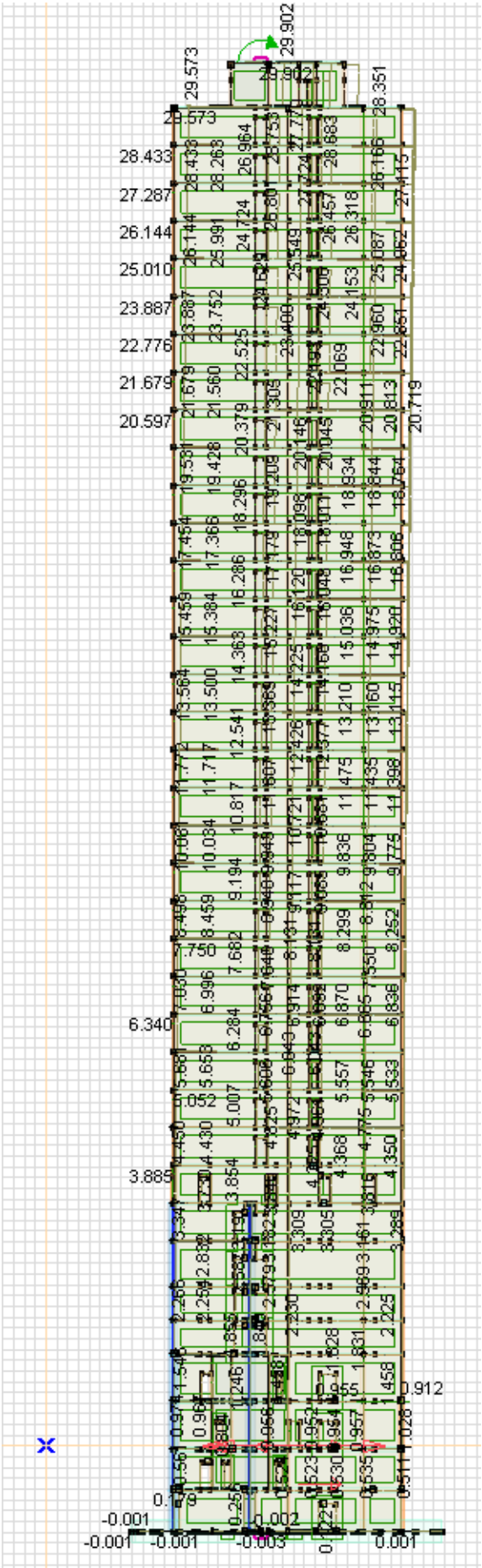
Locatie van de constructie	Toren View II					
Windrichting	langsrichting					
hoogte	h	=		131	m	
aantal kolommen	m	=		15	-	
basiswaarde voor de scheefstand	φ_0	=	1/	300	-	
reductiefactor voor de hoogte	α_h	=		0,666667	-	maar $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1{,}0$
reductiefactor voor het aantal kolommen	α_m	=		0,730297	-	
scheefstand	ϕ	=	1/	616,1879	-	
gerekende scheefstand	ϕ	=	1/	616	-	akkoord

De scheefstand wordt per bouwlaag meegenomen door de totale te stabiliseren (momentane) verticale belasting per bouwlaag vermenigvuldigd met phi als horizontale kracht in rekening te brengen.

Aan de hand van de totale verplaatsing *ux1d tot* en de aanpendelende belasting *Nvd* is het bijkomende moment *M1d* bepaald. Dit moment is als een nieuwe belastinggeval in het model gezet waaruit wederom de horizontale verplaatsingen *ux2* per verdieping zijn bepaald, zie onderstaand.

Dit proces is herhaald totdat het bijkomende moment minder dan 1% toenam bij een volgende iteratie. Dit was het geval bij *M4d*.


4245.00
29.101
5477.00
27.647
5321.00
25.609
5164.00
25.745
5007.00
23.610
4850.00
22.683
20.651
19.683
4063.00
18.726
3905.00
17.781
3748.00
17.755
16.809
13.189
2969.00
12.328
2915.00
11.499
2757.00
10.681
9.886
2442.00
9.116
2287.00
8.369
2133.00
7.648
1981.00
6.953
1830.00
6.285
1682.00
5.646
1535.00
5.034
1391.00
4.455
5032.00
3.121
3.140
1962.00
2.350
1618.00
1.934
2707.00
1.633
1796.00
1.092
840.00
-0.003


29.902
29.573
28.351
28.433
27.287
26.144
25.010
23.887
22.776
21.679
20.597
20.719
6.340
3.885
0.912
-0.001
-0.001
-0.001
-0.003
0.001

Tabel 1: bepalen 2e orde effect

Totale belasting									
	niveau+P	h	b wind	pw;d	pw;z	Frep;d	Frep;z	Vtot	Mtot
	m	m	m	kN/m²	kN/m²	kN	kN	kN	kNm
o.k. poer	-8.915							10425	739501
bg	0.000	2.220	71	0.86	0.79	**135.55**	124.52	10425	646562
1e vv	4.440	4.440	71	0.86	0.79	**271.11**	249.04	10165	601430
2e vv	8.880	3.793	71	0.86	0.79	**231.57**	212.72	9645	558608
3e vv	12.025	3.145	71	0.86	0.79	**192.03**	176.40	9200	529672
4e vv	15.170	3.700	71	0.86	0.79	**225.92**	207.53	8832	501896
5e vv	19.425	3.885	37.1	0.86	0.79	**123.95**	113.87	8399	466160
6e vv	22.940	3.515	37.1	0.86	0.79	**112.15**	103.02	8161	437475
7e vv	26.455	3.515	37.1	0.86	0.79	**112.15**	103.02	7946	409546
8e vv	29.970	3.515	37.1	0.86	0.79	**112.15**	103.02	7730	382374
9e vv	33.485	3.515	37.1	0.86	0.79	**112.15**	103.02	7515	355958
10e vv	37.000	3.515	37.1	0.86	0.79	**112.15**	103.02	7300	330298
11e vv	40.515	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	7085	305395
12e vv	44.030	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	6811	281454
13e vv	47.545	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	6537	258476
14e vv	51.060	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	6263	236460
15e vv	54.575	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	5989	215407
16e vv	58.090	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	5716	195317
17e vv	61.605	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	5442	176189
18e vv	65.120	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	5168	158024
19e vv	68.635	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	4894	140822
20e vv	72.150	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	4620	124582
21e vv	75.665	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	4346	109304
22e vv	79.180	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	4072	94989
23e vv	82.695	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	3799	81637
24e vv	86.210	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	3525	69248
25e vv	89.725	3.515	37.1	1.09	1.01	**142.14**	131.71	3251	57821
26e vv	93.240	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	2977	47356
27e vv	96.755	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	2681	37932
28e vv	100.270	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	2385	29549
29e vv	103.785	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	2089	22206
30e vv	107.300	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	1793	15904
31e vv	110.815	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	1497	10642
32e vv	114.330	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	1201	6421
33e vv	117.845	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	905	3240
34e vv	121.360	3.515	37.1	1.18	1.09	**153.88**	142.14	609	1100
35e vv	124.875	3.715	37.1	1.18	1.09	**162.64**	150.23	313	0
36e vv	128.790		37.1	1.18	1.09			0	0
									739501

Knoop	ux1	ux1'	impef	ux1d tot	Nvgrep	Nvqmom	Nvd	M1d
	mm	mm	mm	mm	kN	kN	kN	kNm
3766	48.647	0.000						
3448	52.735	4.088	14.3	21.0	25152	3642	39965	840
3313	55.788	7.141	21.4	33.2	33384	5522	54180	1796
3195	59.109	10.462	28.5	45.7	36854	5725	59199	2707
3068	61.555	12.908	33.5	54.8	19060	2303	29531	1618
2949	64.086	15.439	38.5	64.0	19045	2994	30651	1962
2834	67.638	18.991	45.3	76.7	41705	5648	65620	5032
2682	70.690	22.043	51.0	87.3	8630	871	13088	1143
12	73.892	25.245	56.6	98.2	8360	871	12723	1250
32	77.206	28.559	62.2	109.3	8360	871	12723	1391
137	80.655	32.008	67.8	120.7	8360	871	12723	1535
223	84.222	35.575	73.5	132.2	8360	871	12723	1682
309	87.893	39.246	79.1	143.8	8360	871	12723	1830
395	91.658	43.011	84.7	155.7	8360	871	12723	1981
481	95.506	46.859	90.3	167.7	8360	871	12723	2133
567	99.430	50.783	96.0	179.8	8360	871	12723	2287
653	103.420	54.773	101.6	192.0	8360	871	12723	2442
739	107.471	58.824	107.2	204.3	8360	871	12723	2599
825	111.575	62.928	112.8	216.7	8360	871	12723	2757
911	115.725	67.078	118.5	229.1	8360	871	12723	2915
997	119.915	71.268	124.1	241.7	8034	871	12283	2969
1083	124.141	75.494	129.7	254.3	8034	871	12283	3123
1169	128.397	79.750	135.3	266.9	8034	871	12283	3279
1255	132.691	84.044	141.0	279.6	8034	871	12283	3435
1362	137.010	88.363	146.6	292.4	8034	871	12283	3591
1460	141.346	92.699	152.2	305.2	8034	871	12283	3748
1558	145.693	97.046	157.8	317.9	8034	871	12283	3905
1656	150.049	101.402	163.4	330.8	8034	871	12283	4063
1754	154.409	105.762	169.1	343.6	8034	871	12283	4220
1852	158.771	110.124	174.7	356.4	8034	871	12283	4378
1950	163.130	114.483	180.3	369.2	8034	871	12283	4535
2048	167.487	118.840	185.9	382.0	8034	871	12283	4693
2146	171.837	123.190	191.6	394.8	8034	871	12283	4850
2244	176.181	127.534	197.2	407.6	8034	871	12283	5007
2342	180.516	131.869	202.8	420.4	8034	871	12283	5164
2440	184.842	136.195	208.4	433.2	8034	871	12283	5321
2538	189.152	140.505	214.1	445.9	8034	871	12283	5477
2642	194.160	145.513	220.3	460.4	6829	0	9219	4245
					427557	662951		**115903**

ux2	M2d	ux3	M3d	ux4	M4d
mm	kNm	mm	kNm	mm	kNm
0.5	22	0.0	1	0.0	0
1.0	52	0.0	3	0.0	0
1.4	83	0.1	4	0.0	0
1.8	53	0.1	3	0.0	0
2.2	67	0.1	3	0.0	0
2.7	179	0.1	9	0.0	0
3.2	42	0.2	2	0.0	0
3.7	47	0.2	2	0.0	0
4.3	54	0.2	3	0.0	0
4.8	61	0.2	3	0.0	0
5.4	69	0.3	4	0.0	0
6.0	77	0.3	4	0.0	0
6.7	85	0.3	4	0.0	0
7.4	94	0.4	5	0.0	0
8.1	103	0.4	5	0.0	0
8.8	112	0.5	6	0.0	0
9.6	122	0.5	6	0.0	0
10.3	132	0.5	7	0.0	0
11.1	142	0.6	7	0.0	0
12.0	147	0.6	8	0.0	0
12.8	157	0.7	8	0.0	0
13.7	168	0.7	9	0.0	0
14.6	179	0.8	9	0.0	0
15.5	190	0.8	10	0.0	1
16.4	201	0.9	11	0.0	1
17.3	212	0.9	11	0.0	1
18.2	224	1.0	12	0.1	1
19.2	236	1.0	12	0.1	1
20.2	248	1.1	13	0.1	1
21.2	260	1.1	14	0.1	1
22.1	272	1.2	14	0.1	1
23.1	284	1.2	15	0.1	1
24.2	297	1.3	16	0.1	1
25.2	309	1.3	16	0.1	1
26.2	322	1.4	17	0.1	1
27.2	334	1.4	18	0.1	1
29.1	268	1.5	14	0.1	1
	5903				**16**

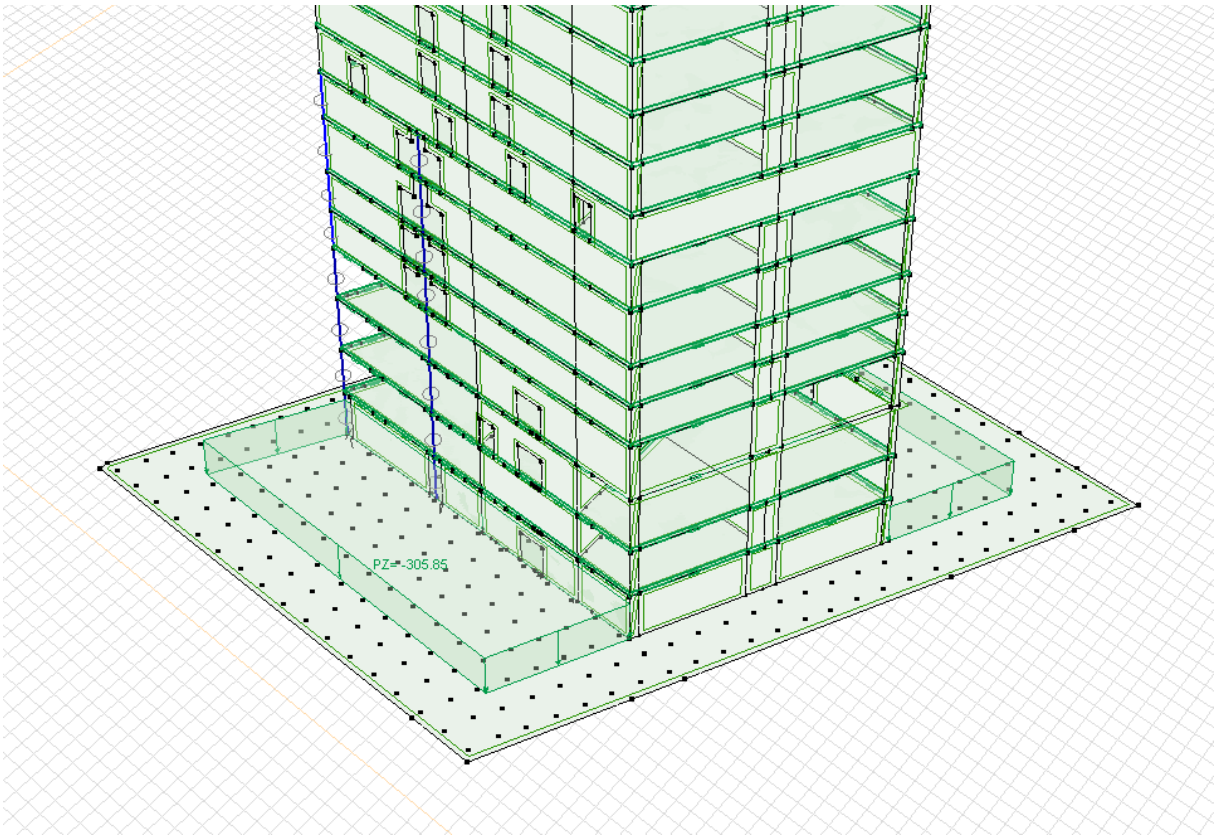
Vergrotingsfactor: (739501 + 115903 + 5903 + 16) / 739501 = 1,16 –. Deze waarde is inclusief de vergrotingsfactor t.g.v. imperfecties. Conform berekening ontwerper is de 2^{e} orde factor gelijk aan 1,06 en door imperfecties 1,07. De totale vergrotingsfactor is dan 1,06 x 1,07 = 1,13 -. Het verschil is akkoord, aangezien de schaduwberekening ongunstig is uitgevoerd. Eén grote verschil is dat de constructie tot aan de 5^{e} verdieping in werkelijkheid stijver gedraagt dan gemodelleerd door ons.

Schaduwberekening lastendaling:

- EEM model gemaakt voor een deel van de vloer (kern + stabiliteitswanden) voor de controle van de paallasten.

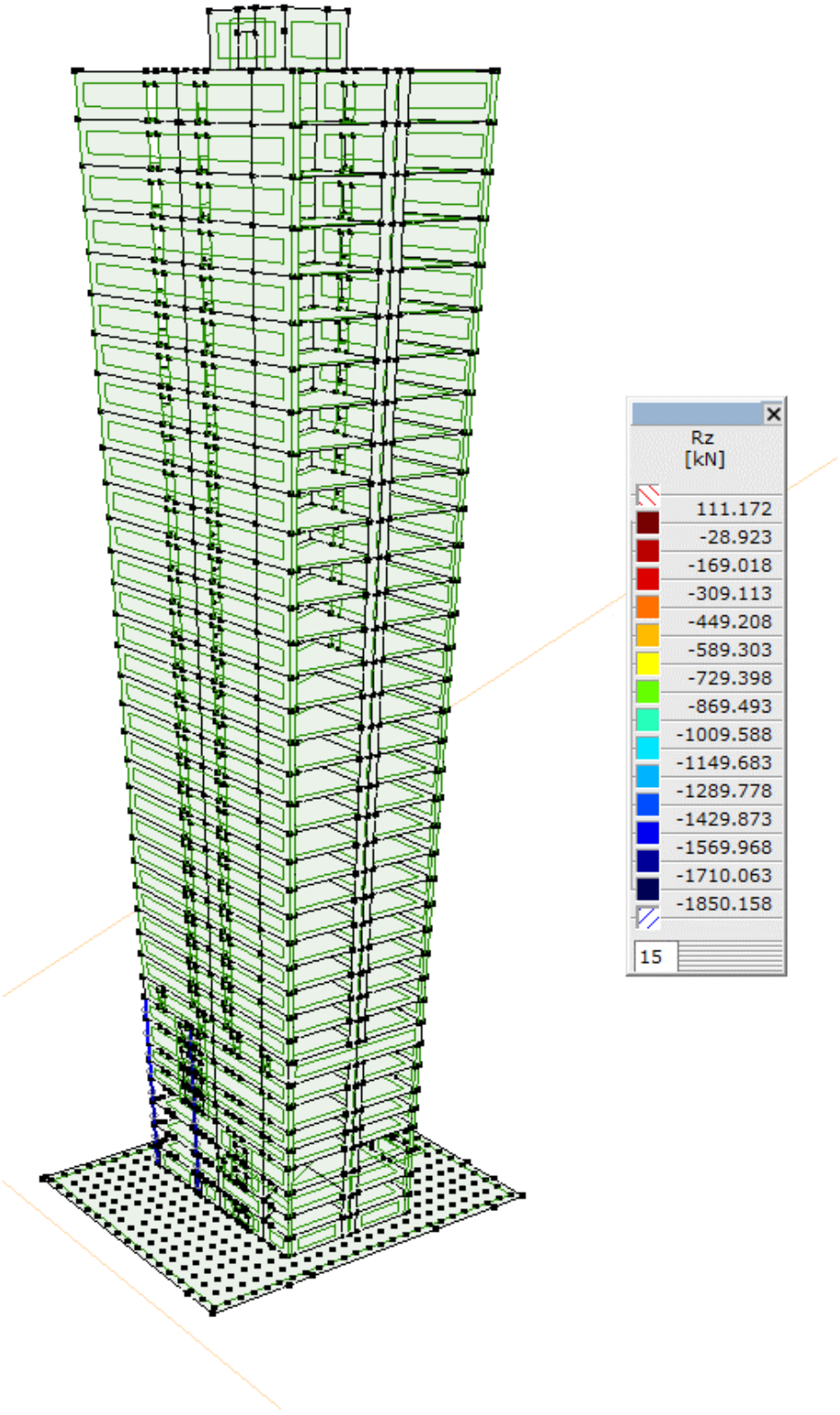
Het deel buiten de kern is ingevoerd als belasting op de plaat, zie onderstaand.

				n			
dak	q_g	8.35	kN/m²	1	-	8.35	kN/m²
	q_q	2.50	kN/m²	1	-	2.50	kN/m²
wonen	q_g	8.75	kN/m²	32	-	280.00	kN/m²
	q_q	3.30	kN/m²	32	-	105.60	kN/m²
wonen E	q_g	8.75	kN/m²	2	-	17.50	kN/m²
	q_q	3.30	kN/m²	2	-	6.60	kN/m²
Afwerking totaal						**305.85**	kN/m²

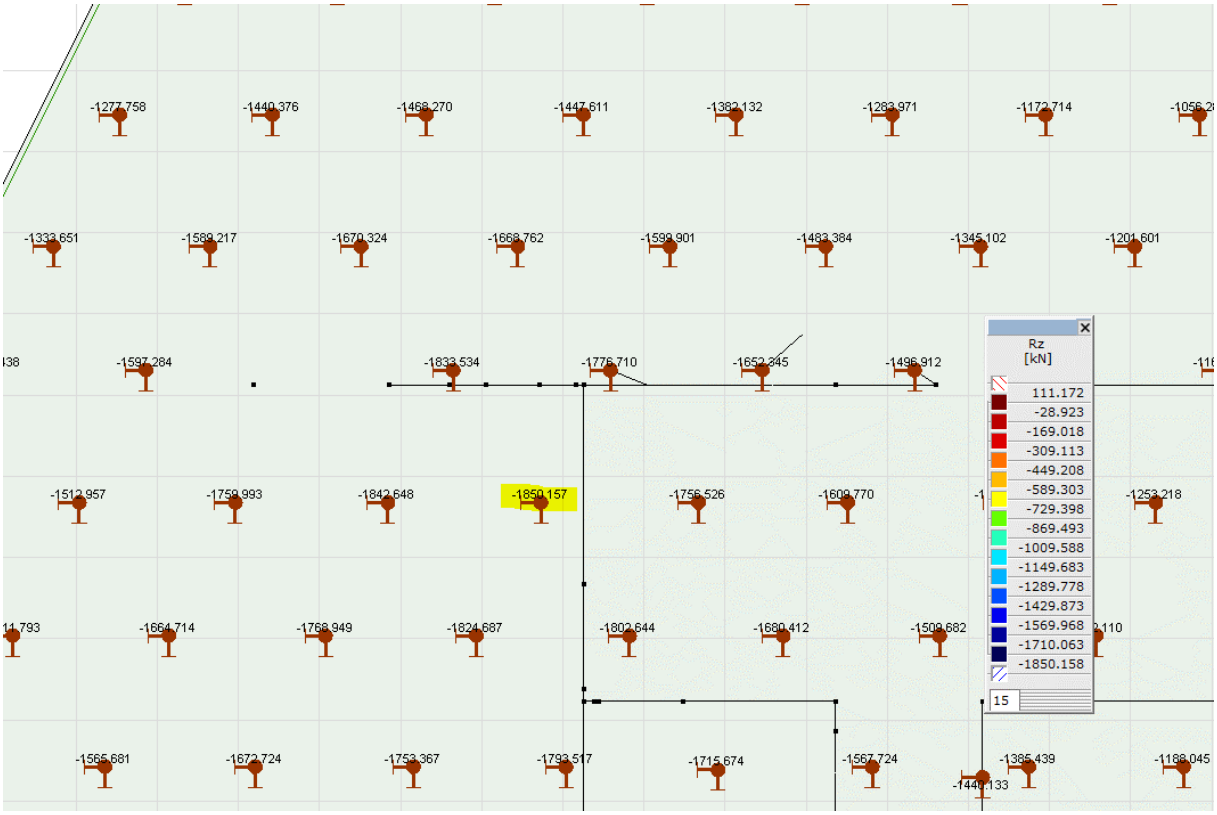


De ingevoerde belastingcombinaties zijn:

- Co #1: 1,5 x permanent + 1,65 x Ψ_0 x vloeren
- Co #2: 1,35 x permanent + 1,65 x wind + 1,65 x Ψ_0 x vloeren
- Co #3: 1,35 x permanent + 1,65 x 2 vloeren + 1,65 x Ψ_0 x rest vloeren
- Co #4: 0,9 x permanent + 1,65 wind



- In het EEM model wordt er een maximale paalbelasting onder de toren gevonden 1850 kN, zie onderstaand. Opgemerkt moet worden dat de belasting uit de gevels niet is ingevoerd in het model.
- Volgens de berekening van de ontwerper is de gemiddelde paalbelasting onder de hoogbouw 1830 kN. De verschillen zijn acceptabel.



- Middels de gewichtsberekening in Excel wordt er een gemiddelde paalbelasting gevonden van 1757 kN. Deze gemiddelde is bepaald door het totale gewicht van de hoogbouw + laagbouw te delen door het aantal palen. Opgemerkt wordt dat dit een ruwe inschatting betreft en op basis hiervan geen conclusies getrokken kunnen worden.

Werk	: The View
Werknummer	:
Onderdeel	: 21530
Te toetsen document	:
Toetser	:

BOUWQ

Blad : -
Datum : - -

Windbelasting richting ⊥ aan liggeranen

maaiveldhoogte 129 m

Gebied II, onbebouwd → $q_p(129) = 1{,}74\ kN/m^2$

$$C_s C_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s)}$$

$$z_s = 0{,}6 \cdot 129 = 77{,}4\ m$$

$$I_v(z_s) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} = \frac{1}{1 \cdot \ln(77{,}4/0{,}5)} = 0{,}190$$

$$B^2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{b}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{h}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{b}{L(z_s)} \cdot \frac{h}{L(z_s)}\right)^2}} =$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{37}{164}\right)^2 + \left(\frac{129}{164}\right)^2 + \left(\frac{37 + 129}{164}\right)^2}} = 0{,}34$$

$$L(z_s) = L_t \cdot \left(\frac{z_s}{z_t}\right)^{0{,}67 + 0{,}05 \ln(z_0)} = 300 \cdot \left(\frac{77{,}4}{200}\right)^{0{,}67 + 0{,}05 \cdot \ln(0{,}5)}$$

$$= 164\ m$$

$R = 1{,}0$ → aanname

$k_p = 3{,}0$

$$C_s C_d = \frac{1 + 2 \cdot 3 \cdot 0{,}190 \cdot \sqrt{0{,}34 + 1{,}0}}{1 + 7 \cdot 0{,}190} = 0{,}995 \approx 1{,}0$$

↑ 0,95 in OB

$q_{w;druk} = 1{,}74 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}85 = 1{,}18\ kN/m^2$

$q_{w;zuiging} = 1{,}74 \cdot 0{,}74 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}85 = 1{,}09\ kN/m^2$

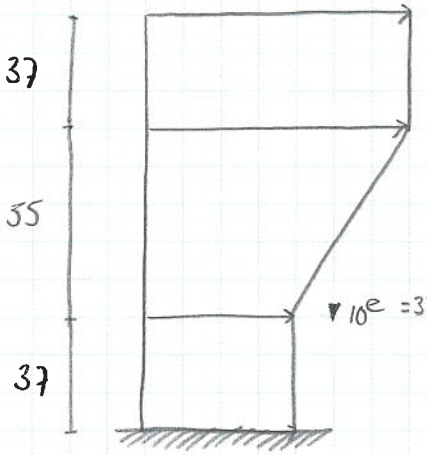
→ NEN 7.2.2. (3) gebruik aan correlatie

factor zuiging ⇒ $h/d = 129/22 = 5{,}86 > 5$ 7.6 - 7.10, 7.9.2

↳ $C_{pe,10} = -0{,}5 - 0{,}2/4 \cdot 4{,}86 = 0{,}74$

Werk :	BOUWQ
Werknummer :	
Onderdeel :	
Te toetsen document :	Blad : -
Toetser :	Datum : - -

Verloop windbelasting h > 26



$q_p(z) = 1{,}74\ kN/m^2$ $d = 1{,}18\ kN/m^2$, $z = 1{,}09\ kN/m^2$

$q_p(z) = 1{,}61\ kN/m^2$ $d = 1{,}09\ kN/m^2$, $z = 1{,}01\ kN/m^2$

$q_p(z) = 1{,}27\ kN/m^2$ $d = 0{,}86\ kN/m^2$, $z = 0{,}79\ kN/m^2$