

Pieters Bouwtechniek
Vlietsorgstraat 15
2012 JB Haarlem
023-5431999

info.haarlem@pieters.net
www.pietersbouwtechniek.nl

192 modules de Lus te Schagen

Uitgangspuntendocument

Gemeente Schagen	
Opdrachtgever:	Ursem Modulaire Bouwsystemen
Architect:	van Es architecten
Opgesteld door:	ing. J. M. Leguijt
Projectleider:	ing. J.J. Berkhout
Datum:	11 mei 2022
Wijziging:	B
Ref.:	R-122095-DO-001
Paraaf:	



Inhoudsopgave

1	Algemeen	3
1.1	Projectgegevens.....	3
1.2	Projectomschrijving	3
1.3	Leeswijzer	4
2	Uitgangspunten.....	5
2.1	Normen en voorschriften.....	5
2.2	Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën	5
2.3	Opgelegde belastingen	5
2.4	Horizontale belastingen op vloerafscheidingen.....	6
2.5	Brandeisen-constructie	6
2.6	Belasting door sneeuw en regenwater	7
2.7	Windbelasting	7
2.8	Vervormingen en trillingen	8
2.9	Contactgeluidsisolatie	9
2.10	Buitengewone belastingen met bekende oorzaak	9
2.11	Buitengewone belastingen met onbekende oorzaak	9
2.12	Geotechnisch onderzoek en grondwater.....	9
3	Constructief ontwerp	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Ontwerp draagconstructie	10
3.3	Brandwerendheid	10
3.4	Stabiliteit en gebouwdilataties	11
3.5	Ontwerp fundering	13
3.6	Tweede draagweg	13
3.7	Installaties	13
3.8	Nood overstorten.....	13
4	Belastingen.....	14
5	Uitgangspunten materiaalkwaliteiten en calculatiegegevens	15
5.1	Betonconstructies	15
5.2	Staalconstructies.....	15
5.3	Houtconstructies.....	15
5.4	Paalfundering.....	15

Bijlage 1 Constructieve schetsen

Bijlage 2 Schetsen fundering + indicatief palenplan

Bijlage 3 Stabiliteitskrachten – QEC

1 Algemeen

1.1 Projectgegevens

Project	192 modules de Lus te Schagen
Opdrachtgever	Ursem Modulaire Bouwsystemen
Architect	van Es architecten
Adviseur constructies	Pieters Bouwtechniek

1.2 Projectomschrijving

Het project omvat de nieuwbouw van 96 appartementen, bestaande uit 3 bouwblokken van 3 woonlagen, opgebouwd uit modules van Ursem Modulaire bouwsystemen.

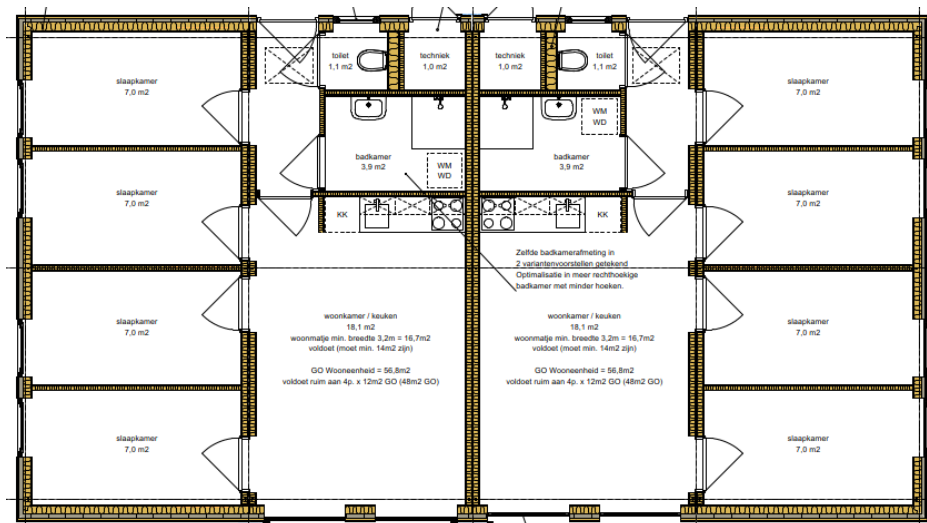
Blok A bestaat uit vier rijen van vier gekoppelde modules.

- 4x 4 modules 3,8m¹ x 7,3m¹

Blok B en C bestaan uit zes rijen van 4 gekoppelde modules.

- 6x 4 modules 3,8m¹ x 7,3m¹

De vier gekoppelde modules maken samen 2 appartementen, zoals op onderstaande afbeelding te zien is.



Bouwkundige plattegrond van 2 appartementen.

Iedere module bestaat uit een prefab betonvloer met verstijvingsribben. In de opbouw worden stalen kokerkolommen opgenomen met stabiliteitsschoren in de gevel- en dwarswanden. De opbouw is uitgevoerd in houtskeletbouw met isolatie en beplating. De wanden verzorgen de benodigde brandwerendheid.

In de wanden van de langs richting worden schorende staal strips toegepast. In de dwarswanden worden schorende kokerprofielen toegepast.

Het project is gelegen op het uiteinde van Schagen Centrum richting Schagerbrug.



Impressie van het project

1.3 Leeswijzer

Dit rapport omvat de constructieve uitgangspunten. Het rapport maakt onderdeel uit van de bouwaanvraag. Voor bouwkundige tekeningen wordt verwezen naar de stukken van van Es architecten.

Versie	Datum	Wijziging t.o.v. vorige versie
0	22-03-2022	Initiële versie
A	21-04-2022	Wijziging principe galerij constructie + wijziging kwaliteit houtenbalklaag dak
B	11-05-2022	Gewijzigd palenplan op basis van funderingsadvies

2 Uitgangspunten

2.1 Normen en voorschriften

De nieuwbouw moet voldoen aan het bouwbesluit 2012. Dit betekent dat voor het constructief ontwerp de Eurocodes van toepassing zijn.

De volgende normen worden gehanteerd inclusief de Nederlandse Nationale Bijlagen (NB):

NEN – EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN – EN 1991	Belastingen op constructies
NEN – EN 1992	Betonconstructies
NEN – EN 1993	Staalconstructies
NEN – EN 1994	Staal – betonconstructies
NEN – EN 1995	Houtconstructies
NEN – EN 1996	Metselwerkconstructies
NEN – EN 1997	Geotechnisch ontwerp (NEN 9997)

2.2 Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën

Volgens NEN – EN 1990 en NEN-EN 1991-1-7 geldt voor de nieuwbouw:

Gevolgklasse	CC2a (Woongebouwen, hotels en kantoorgebouwen met maximaal 4 bouwlagen)
Ontwerplevensduur	klasse 3 (ontwerplevensduur = 50 jaar)
Gebouwcategorie	Categorie A (woon- en verblijfsruimte) Categorie H (daken)

In uiterste grenstoestand STR gelden de volgende partiële factoren:

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
CC2 (Vgl. 6.10a)	1,35 $G_{k,j,sup}$	0,9 $G_{k,j,inf}$		1,5 $\Psi_{0,1} Q_{k,1}$	1,5 $\Psi_{0,1} Q_{k,1} (i > 1)$
(Vgl. 6.10b)	1,2 $G_{k,j,sup}$	0,9 $G_{k,j,inf}$	1,5 $Q_{k,1}$		1,5 $\Psi_{0,1} Q_{k,1} (i > 1)$

In de bruikbaarheidsgrenstoestanden geldt partiële factoren $\gamma = 1,0$

2.3 Opgelegde belastingen

Conform NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 Tabel NB.1-6.2 gelden voor de vloeren binnen dit project de volgende opgelegde belastingen:

Klasse van belaste oppervlakte	Verdeelde belasting q_k	Geconcentreerde belasting Q_k	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klasse A-vloeren (wonen en huishoudelijk gebruik)	1,75 kN/m ²	3,0 kN	0,4	0,5	0,3
Klasse A-ontsluitingswegen (wonen en huishoudelijk gebruik)	3,00 kN/m ²	3,0 kN	0,4	0,5	0,3
Klasse H-daken (niet toegankelijk) $0 \leq \alpha < 15^\circ$	1,00 kN/m ²	1,5 kN	0,0	0,0	0,0

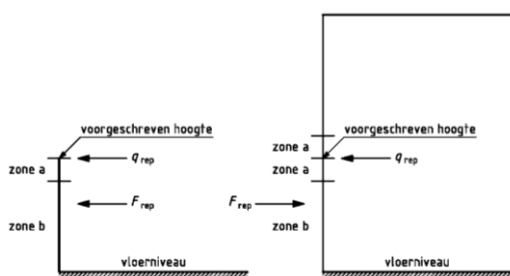
2.4 Horizontale belastingen op vloerafscheidingen

Voor de horizontale belastingen op vloerafscheidingen gelden de eisen volgens bijlage NB.A van NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011.

Ruimte	q_{rep}		F_{rep}	
	Voorgeschreven hoogte of zone a	Voorgeschreven hoogte of zone a	Zone b	Zone a + b
Niet-gemeenschappelijke ruimten met een woonfunctie	0,30 kN/m	0,50 kN	0,35 kN	0,20 kN
Gemeenschappelijke ruimten met een woonfunctie	0,50 kN/m	1,00 kN	0,35 kN	0,20 kN

Voor de stootbelastingen op vloerafscheidingen gelden de eisen volgens bijlage NB.B van NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011.

De voorgeschreven hoogte is 1,0 m



Indeling vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil

2.5 Brandeisen-constructie

Volgens het bouwbesluit 2012 gelden voor dit gebouw de volgende eisen:

Woonfunctie (Nieuwbouw) - Lid 1, 2, 3

Lid 1 (Nieuwbouw). Een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt. Dit geldt niet voor de vloer van een buitenruimte van een woonfunctie.

Lid 2 (Nieuwbouw). Een bouwconstructie bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in tabel 2.10.1 aangegeven tijdsduur door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan dat brandcompartiment.

Voor zover dat brandcompartiment een woonfunctie is, geldt dit niet voor een bouwconstructie van een aan dat brandcompartiment grenzend subbrandcompartiment of grenzende buitenruimte.

Lid 3 (Nieuwbouw). In afwijking van het tweede lid wordt de in tabel 2.10.1 aangegeven tijdsduur met 30 minuten bekort, indien geen vloer van een verblijfsgebied van de gebruiksfunctie hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau en de volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het brandcompartiment niet groter is dan 500 MJ/m².

Conclusie:

De hoogste vloer van het verblijfsgebied ligt op een hoogte van circa 6,3 meter boven het niveau van de begane grond. Dit is lager dan 7 meter, wat inhoudt dat er op de bouwconstructie een brandeis van **60 minuten** van toepassing is.

2.6 Belasting door sneeuw en regenwater

Voor de bepaling van de belasting door sneeuw(ophoping) en regenwater op de daken moet NEN-EN 1991-1-3 aangehouden worden.

Om te voorkomen dat hemelwater kan accumuleren op het dak, moet de dakbedekking onder afschot worden gelegd. Tevens moeten er noodoverlaten in de gevels worden aangebracht om bij hevige regenval het hemelwater van het dak af te voeren. De belasting ten gevolge van wateraccumulatie wordt zo beperkt ook als de reguliere afvoeren niet functioneren.

Uitgangspunt belasting door wateraccumulatie:

Wateraccumulatie max:

$$q_k \leq 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Ψ factoren bij belastingregenwater:

$$\Psi_0 = 0,0 \quad \Psi_1 = 0,0 \quad \Psi_2 = 0,0$$

Uitgangspunt belasting door sneeuw:

Karakteristieke waarde:

$$s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Sneeuwbelasting dak $\alpha = 0^\circ$ (geen ophoping):

$$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Ψ factoren bij sneeuwbelasting:

$$\Psi_0 = 0,0 \quad \Psi_1 = 0,2 \quad \Psi_2 = 0,0$$

Bij overgangen van dakniveaus kan op het lagere dak sneeuw ophopen. In de uitgangspunten wordt rekening gehouden met de hogere belasting door sneeuwophoping.

2.7 Windbelasting

De locatie is gelegen aan het industrieterrein van Schagen.



Locatie project

Conform NEN-EN-1991-1-4 geldt:

Locatie	Schagen
Windgebied	I: Markermeer, IJsselmeer, Waddenzee, Waddeneilanden en de provincie Noord-Holland ten noorden van de gemeenten Heemskerk, Uitgeest, Wormerland, Purmerend en Edam-Volendam
Terreincategorie	II - Onbebouwd gebied
Gebouwhoogte	$\leq 10,0$ meter
Stuwdruk $q_p(z)$	$1,02 \text{ kN/m}^2$

De Ψ factoren bij windbelasting zijn: $\Psi_0 = 0,0$ $\Psi_1 = 0,2$ $\Psi_2 = 0,0$

2.8 Vervormingen en trillingen

Volgens NEN – EN 1990 (+NB) geldt:

Toelaatbare horizontale vervormingen in karakteristieke belasting combinatie:

Voor gebouwen met één bouwlaag

- $u \leq 1/150 \times h$ (voor industriegebouwen)
- $u \leq 1/300 \times h$ (andere gebouwen)

Voor gebouwen met meer dan één bouwlaag:

- $u \leq 1/500 \times h$ (voor het gehele gebouw)
- $u \leq 1/300 \times h$ (per bouwlaag)

Waarin h de kleinste gevelhoogte of de kleinste bouwlaaghoogte is.

Toelaatbare vervorming van afscheidingen ter plaatse van een hoogteverschil:

- $u \leq 20\text{mm}$ bij karakteristieke belastingcombinatie



Toelaatbare verticale vervormingen van vloeren in bruikbaarheidsgrenstoestanden:

- $w_2 + w_3 \leq 0,006 \times \ell_{\text{rep}}$ (hekwerken/balustrades t.p.v. vloerafscheidingen)
- $w_2 + w_3 \leq 0,004 \times \ell_{\text{rep}}$ (daken niet intensief gebruikt door personen)
- $w_2 + w_3 \leq 0,003 \times \ell_{\text{rep}}$ (daken en vloeren intensief door personen gebruikt)
- $w_2 + w_3 \leq 0,002 \times \ell_{\text{rep}}$ (t.p.v. steenachtige wanden, maximaal 15 mm, bij uitkragingen maximaal 10 mm)

Waarin ℓ_{rep} de lengte is van een overspanning of tweemaal de lengte van een uitkraging.

Lokaal kunnen bij de gevel grotere vervormingen optreden dan 10 millimeter. De detaillering van de gevels dient door de gevelleverancier afgestemd te worden op de vervormingen die in de vloerranden optreden.

2.9 Contactgeluidsisolatie

Voor de voorzieningen voor contact- en luchtgeluideisen wordt verwezen naar de rapportage van de bouwfysisch adviseur.

2.10 Buitengewone belastingen met bekende oorzaak

Volgens NEN-EN 1991-1-7 (+ NB) zijn de volgende buitengewone belastingen van toepassing op dit gebouw:

Voor de constructie moet rekening gehouden worden met een stootbelasting door een wegvoertuig. De hiervoor te volgen strategie wordt behandeld in de paragraaf tweede draagweg in hoofdstuk 3.

2.11 Buitengewone belastingen met onbekende oorzaak

Vanwege de gevolgklasse waarin het gebouw valt moet rekening gehouden worden met buitengewone belastingen met onbekende oorzaak. De hiervoor te volgen strategie wordt behandeld in de paragraaf tweede draagweg in hoofdstuk 3.

2.12 Geotechnisch onderzoek en grondwater

Het geotechnisch onderzoek is uitgevoerd. Op basis hiervan is er gekozen om een prefab paal systeem toe te passen met een inheinniveau van -17,0m of -11,0m t.o.v. N.A.P. Voor het ontwerp wordt uitgegaan van een paal draagvermogen van ca. 600 kN.

3 Constructief ontwerp

3.1 Inleiding

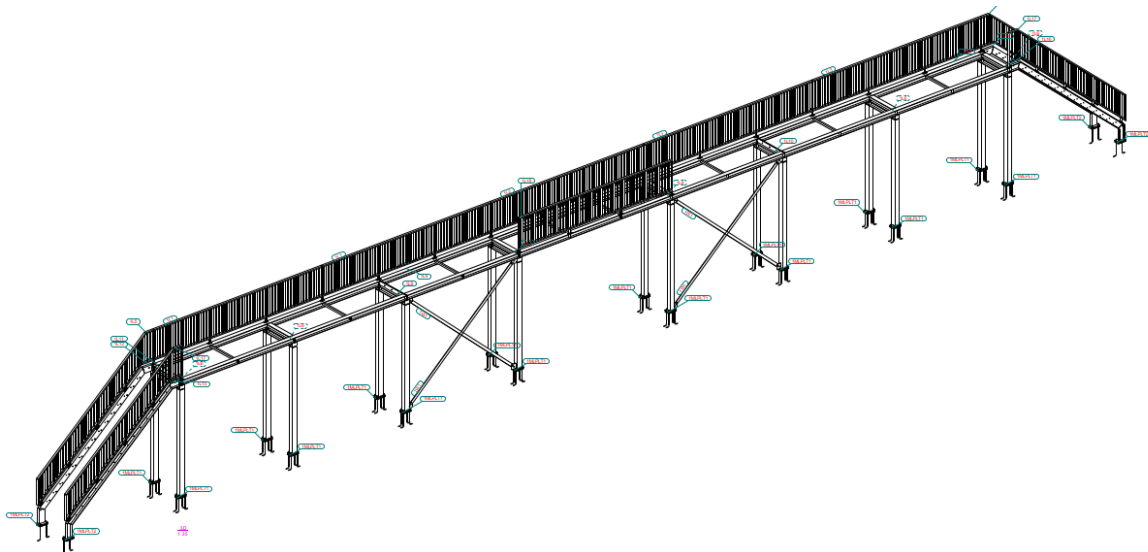
Voor de bouwkundige tekeningen van de modules wordt verwezen naar de set van van Es Architecten. In bijlage 2 van dit rapport wordt het indicatief palenplan en principe van de fundering getoond.

3.2 Ontwerp draagconstructie

De hoofdconstructie van de modules bestaat uit:

- Een betonvloer van 100mm met rondom en ter plaatse van de stabiliteitsschoren in de tussenwanden en betonrib van ca. $b \times h = 200/300 \times 320$ mm.
- Stalen kokerkolommen opgenomen in de hsb wanden rondom.
- Stalen schoren aan de beide buitenzijdes van de modules in de langsrichting.
- Stalen kokerschoren in de kopgevels en/of dwarswanden van de modules.

De galerijconstructie zal op zichzelf staand uitgevoerd worden. Dit betekent dat de constructie zelf de stabiliteitskrachten opneemt in twee richtingen. De constructie wordt uitgevoerd als staalconstructie met HEA kolommen en liggers, de vloer is opgebouwd uit zogenaamde roostervloeren. De constructie van de galerij wordt door derden uitgewerkt in een latere fase.



Impressie van een eerder uitgevoerde galerij constructie

3.3 Brandwerendheid

De vereiste brandwerendheid van de constructieonderdelen is als volgt:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| ■ Module kolommen | : 60 minuten bouwkundige wanden |
| ■ Module vloer, betonrib | : 60 minuten |
| ■ Module vloer, vloerveld | : 30 minuten + 30 minuten plafond |
| ■ Staalconstructie | : 60 minuten |
| ■ Galerij betonplaat (vluchtweg) | : 30 minuten |
| ■ Galerij kolommen (vluchtweg) | : 30 minuten + externe brandkromme* |

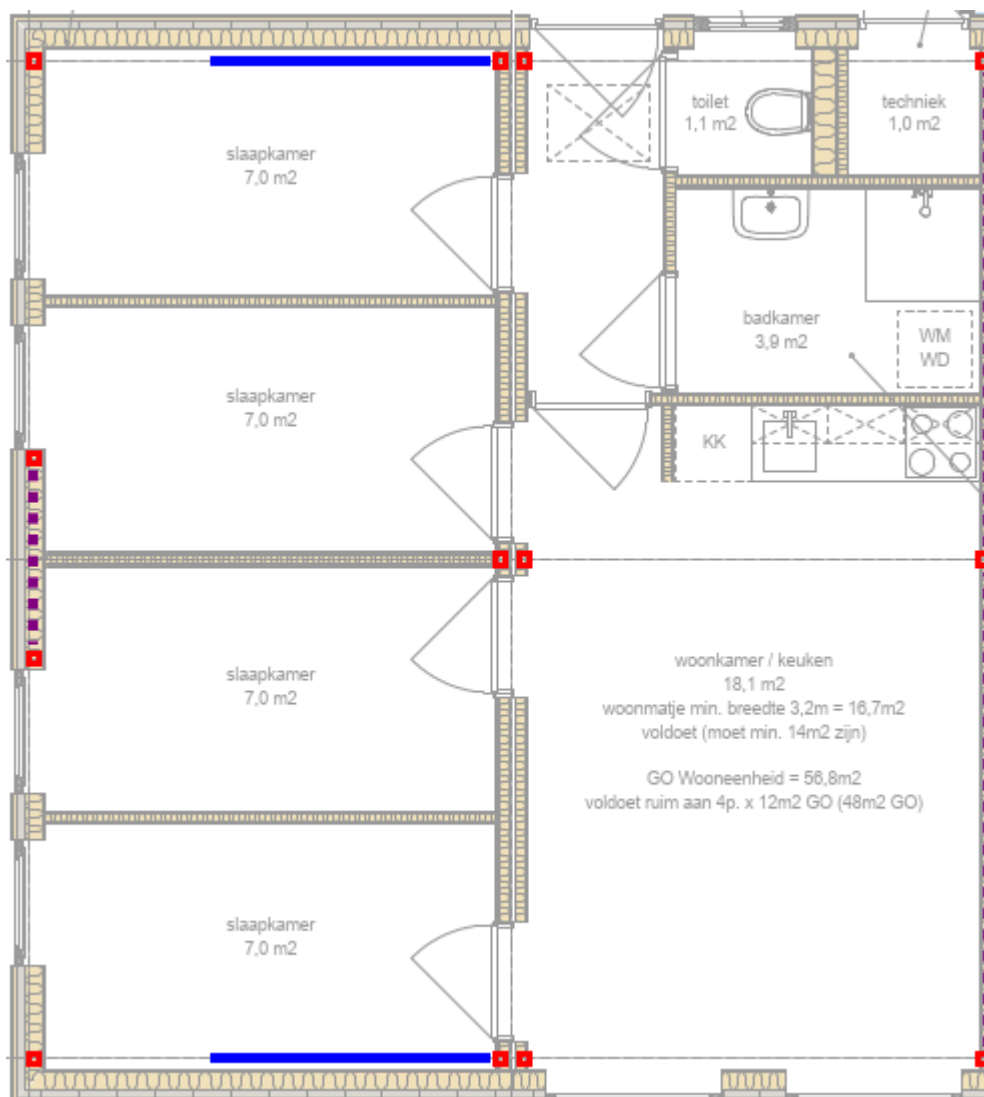
* = Het toepassen van de externe brandkromme moet in de TO fase worden vastgesteld door de brandadviseur.

3.4 Stabiliteit en gebouwdilataties

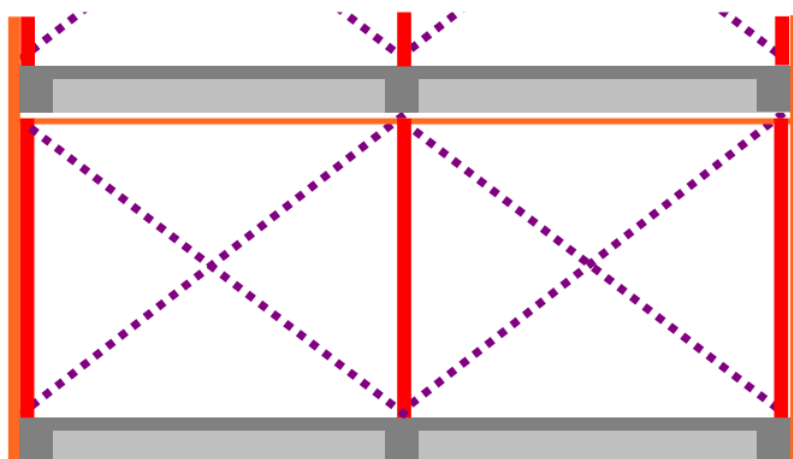
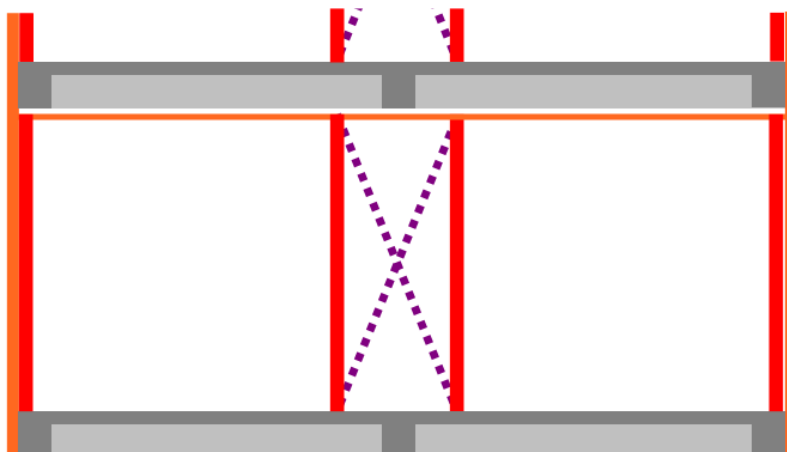
De stabiliteit van de constructie wordt verzorgd door de koppeling van de modules onderling ter plaatse van ieder kokerkolom. Zie in bijlage 1 de schetsen van de stabiliteitsvoorzieningen op de bouwkundige onderligger.

De stabiliteit in de langs richting wordt per zijde door twee schoren in de wanden gecreëerd (paarse lijn). In de dwars-richting zullen de koker profielen (blauwe lijn) in de gevel voor de stabiliteit zorgen.

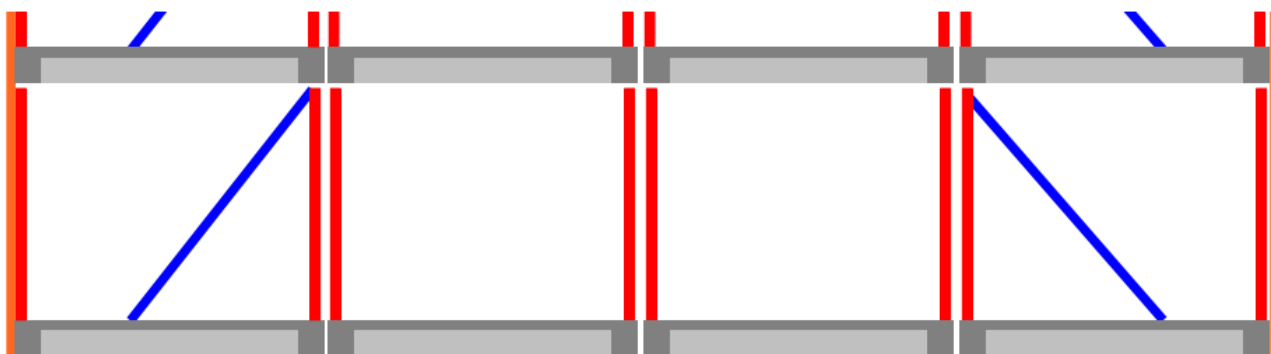
Overzicht plattegrond module



Doorsneden in de langsrichting



Doorsnede in de dwarsrichting



Stabiliteit overige constructie onderdelen:

- De galerijconstructie zal zijn stabiliteitskrachten overdragen naar de modules.

3.5 Ontwerp fundering

De funderingsconstructie bestaat uit onderheide betonbalken, zie bijlage 2. De gestapelde modules zullen via opleg-blokken/conussen op de funderingsbalk worden gezet.

3.6 Tweede draagweg

Beide gebouwen moeten voldoen aan de eisen uit de Eurocode met betrekking tot robuustheid / tweede draagweg. De regels voor de tweede draagweg staan omschreven in NEN-EN 1991-1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen.

Voor de tweede draagweg wordt er verondersteld dat er een kolom kan wegvallen. Hierdoor zijn er geen verticale trekbanden vereist. Wel worden er horizontale trekbanden betonvloer worden opgenomen, waardoor de constructie stabiel blijft bij het wegvallen van een stalenkolom, en voortschrijdende instorting wordt voorkomen.

Deze strategie zal ook worden toegepast worden bij de buiten kolommen. De buitenkolommen worden namelijk be-last door buitengewone belasting met onbekende oorzaak. Hiervoor zal ook worden gesteld dat deze kolommen weg kunnen vallen.

3.7 Installaties

Bij het ontwerp zal ook nadrukkelijk beoordeeld moeten worden of er sprake is van de aanwezigheid van complexe installaties (incl. leidingverloop). Indien er in de constructie leidingen moeten worden opgenomen kan dit consequen-ties hebben voor de afmetingen van de constructie (dikkere wanden en/of vloeren). Advies: geen leidingen etc. in ko-lommen en poeren opnemen.

3.8 Nood overstorten

Voor het ontwerp is aangehouden dat het water d.m.v. noodafvoeren in de dakrand kan weglopen, op het moment dat de hemelwaterafvoer niet voldoende is. Let op, hiervoor dient een dakrand aanwezig te zijn van minimaal +/- 300mm hoog.

4 Belastingen

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten voor de belastingen per onderdeel weergegeven. De opgelegde vloerbelastingen zijn aangehouden volgens de Eurocode en het programma van eisen van de opdrachtgever.

G_k = karakteristieke waarde van de blijvende belasting

Q_k en q_k = karakteristieke waarde van de opgelegde belasting

Module algemeen

betonvloer 100mm, ($25 \text{ kN/m}^3 * 0,1\text{m}$)	2,50kN/m ²
betonrib 200x320mm langsrib en gevel	0,70kN/m ²
scheidingswanden	0,50kN/m ²
plafond module (HSB + gips)	0,30kN/m ²
wanden HSB langsrichting	1,10kN/m ² +
$G_k =$	5,10kN/m²

Klasse A-vloeren (wonen en huishoudelijk gebruik)

$\psi_0 = 0,40$ $\psi_1 = 0,50$ $\psi_2 = 0,30$

$q_k = 1,75\text{kN/m}^2$
 $Q_k = 3,00\text{kN}$

Dakvloer

houtenbalklaag	0,30kN/m ²
dakbedekking en isolatie	0,20kN/m ²
PV-panelen incl. ballast	0,30kN/m ²
plafond	0,20kN/m ² +
$G_k =$	1,00kN/m²

Klasse H-daken (niet toegankelijk) $0 \leq \alpha < 15^\circ$

$\psi_0 = 0,00$ $\psi_1 = 0,20$ $\psi_2 = 0,00$

$q_k = 1,00\text{kN/m}^2$
 $Q_k = 1,50\text{kN}$

Techniek ruimte

Installaties $G_k = 1,00\text{kN/m}^2$

Vloer galerij

Stalen roostervloer	0,30kN/m ² +
$G_k =$	0,30kN/m²

Klasse A-ontsluitingswegen (wonen en huishoudelijk gebruik)

$\psi_0 = 0,40$ $\psi_1 = 0,50$ $\psi_2 = 0,30$

$q_k = 3,00\text{kN/m}^2$
 $Q_k = 3,00\text{kN}$

Gevel modules

HSB binnenblad	0,80kN/m ²
$G_k =$	0,80kN/m²

5 Uitgangspunten materiaalkwaliteiten en calculatiegegevens

5.1 Betonconstructies

Uitgangspunten bij bepaling wapeningshoeveelheden:

- voor de hoeveelheid wapening worden sparingen en openingen (o.a. deuren en ramen) beschouwd als beton
- Wapening voor poeren en balken t.p.v. de vloeren doorrekenen over vloerdikte. In deze vloerdikte zowel de vloerwapening als de balk/poerwapening rekenen.
- de opgegeven hoeveelheden zijn netto volgens buigstaat en exclusief knipverliezen, hulpstaven, supports, etc.

<i>Onderdeel</i>	<i>Beton kwaliteit</i>	<i>Wapening kg/m³</i>	<i>Opmerkingen / afmetingen</i>
Verdiepingsvloeren	C45/55	leverancier	d=100mm, rib 320x200mm
Funderingsbalken	C40/50	leverancier	Prefab fundering

5.2 Staalconstructies

<i>Onderdeel</i>	<i>Afmetingen</i>	<i>Kwaliteit</i>	<i>Opmerkingen</i>
Walsprofielen, strippen en platen	-	S235	
Koker- en buisprofielen	-	S355	

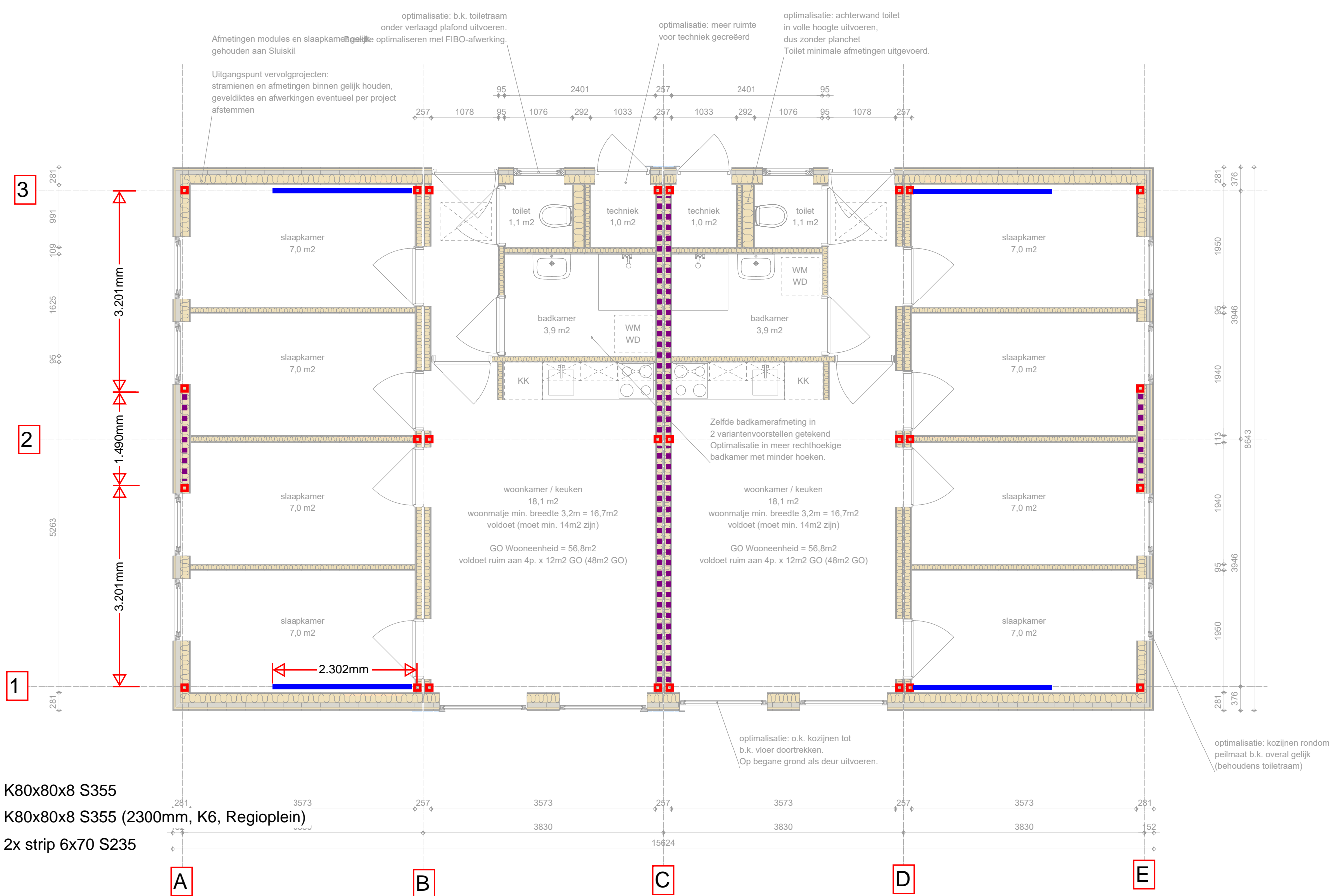
5.3 Houtconstructies

<i>Onderdeel</i>	<i>Afmetingen</i>	<i>Kwaliteit</i>	<i>Opmerkingen</i>
Wanden	min. 38x89	C18	conform bouwkundige tekeningen
Dakvloer	min. 38x184	C18	

5.4 Paalfundering

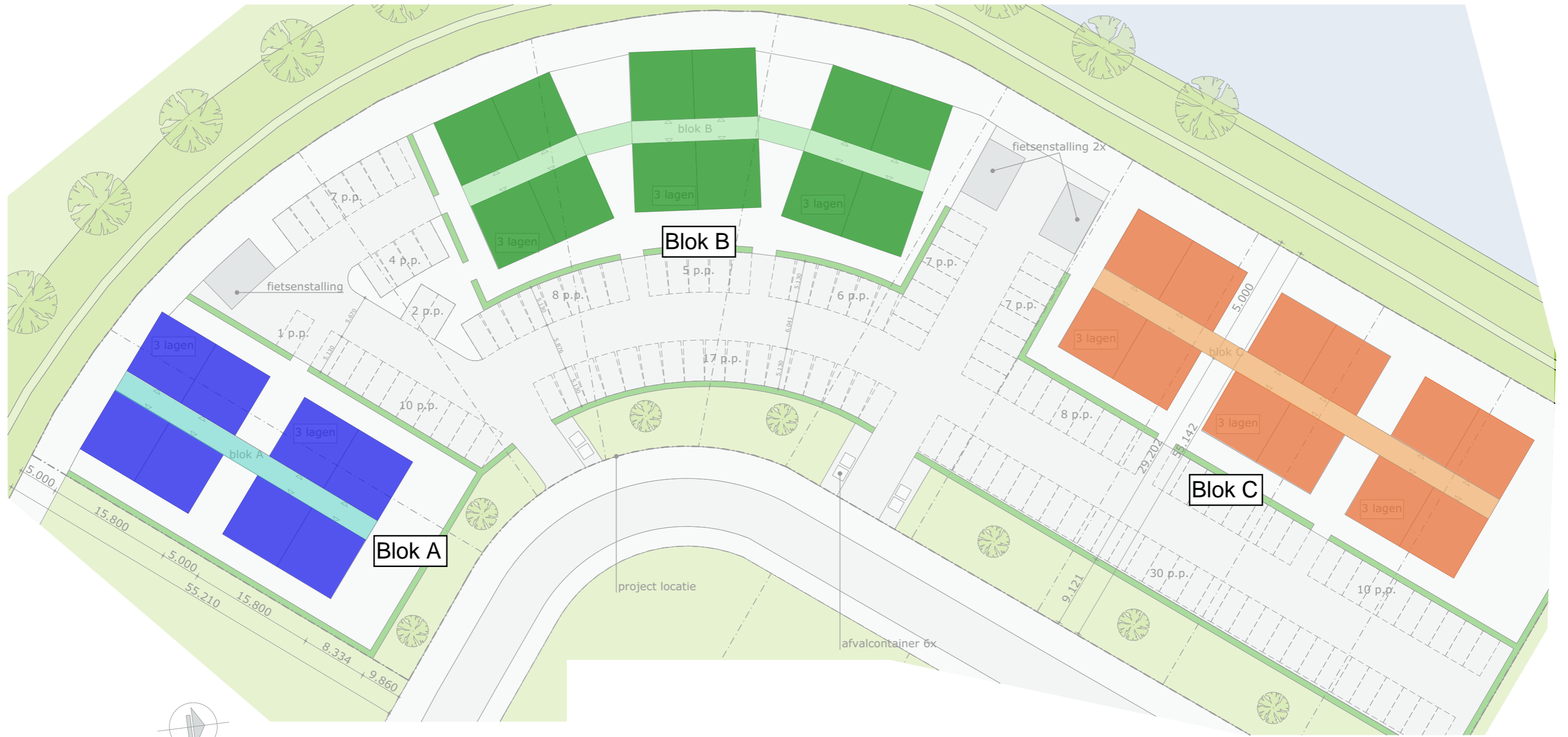
<i>Type / omschrijving</i>	<i>Afmetingen</i>	<i>inheiveau</i>	<i>Aantal</i>	<i>Draagvermogen</i>
Prefab palen	290x290mm	17,0 m – N.A.P.	24	600 kN
Prefab palen	290x290mm	11,0 m – N.A.P.	108	600 kN

Bijlage 1 Constructieve schetsen

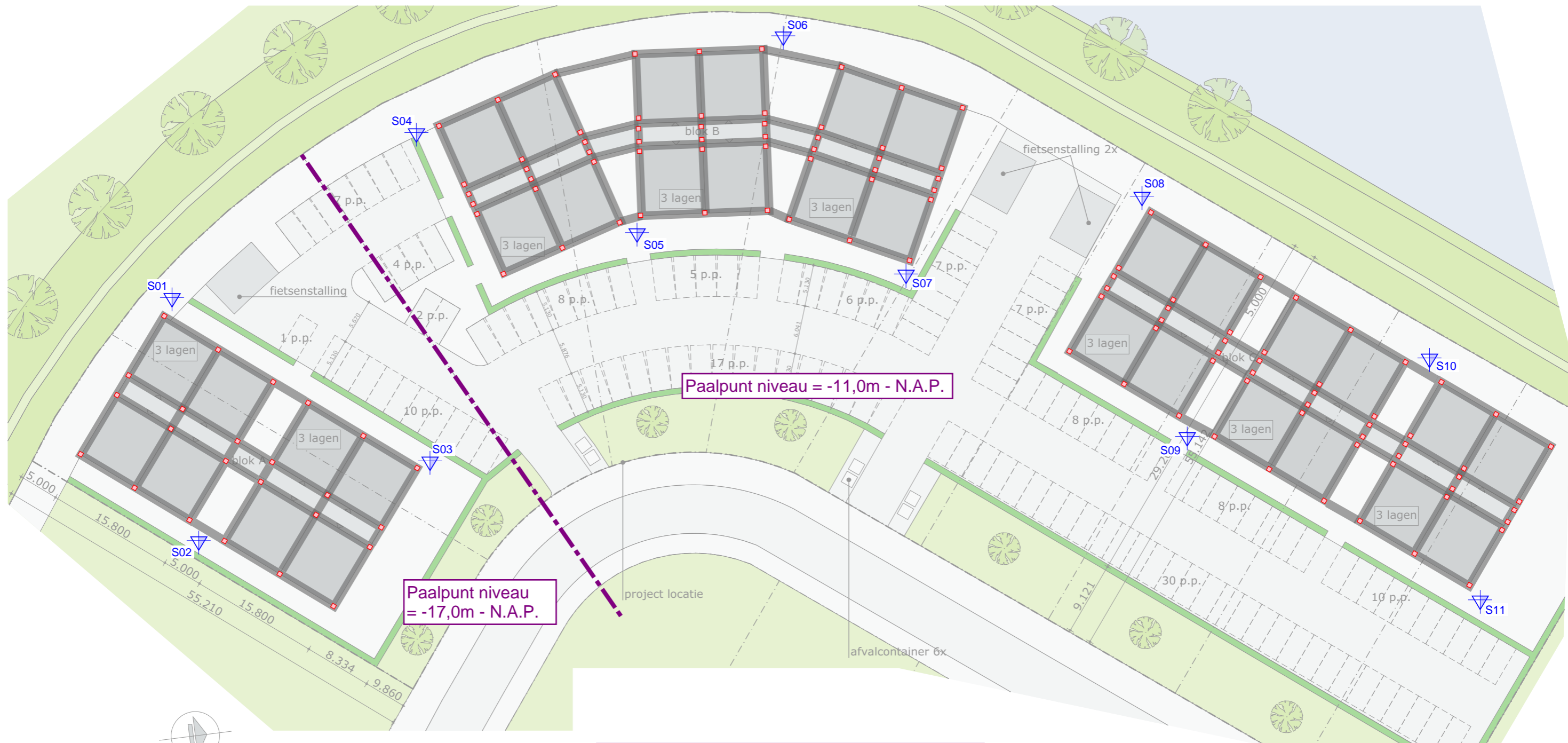


- K80x80x8 S355
- K80x80x8 S355 (2300mm, K6, Regioplein)
- 2x strip 6x70 S235

Bijlage 2 Schetsen fundering + indicatief palenplan







Paalpunt niveau = -11,0m - N.A.P.

Paalpunt niveau = -17,0m - N.A.P.

Prefab betonpalen 290x290mm
 op basis van een draagvermogen van 600 kN
 2 x 12 = 24 palen naar -17m t.o.v. NAP
 3 x 18 + 3 x 18 = 108 palen naar -11m t.o.v. NAP

Bijlage 3 Stabiliteitskrachten – QEC



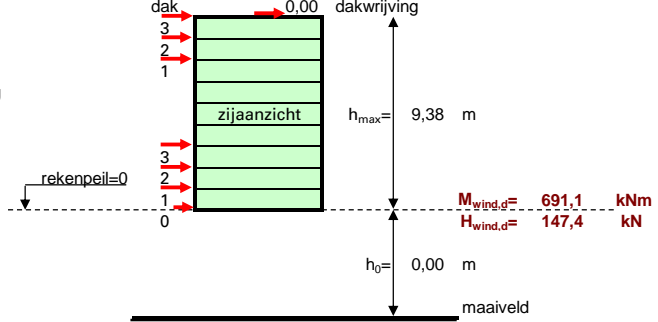
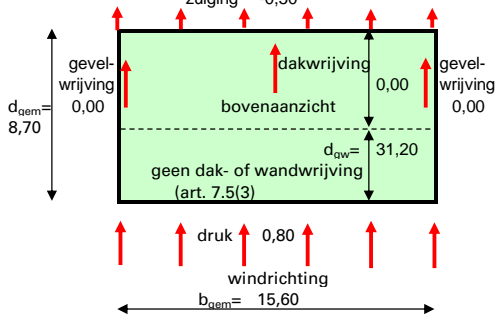
berekening windmoment op een bouwwerk van max. 30 bouwlagen
(er wordt geen rekening gehouden met art. 4.3.4 grote en beduidend hogere naburige bouwwerken)

onderdeel

werk	De Lus	gebouwbreedte	$b_{gem} = 1$	15,6	=	15,6	m
werknnummer	werknnummer	totale gebouwhoogte	$h_{max} = 1$	9,4	=	9,375	m
onderdeel	onderdeel	gebouwdiepte	$d_{gem} = 1$	8,7	=	8,7	m
norm	alle belastingfactoren 1,00 (rep)	verhoudinggetal	$h_{max} / b_{gem} = 9,375 / 15,6$	0,60	=	0,60	-
veiligheidsklasse	CC2	verhoudinggetal	$h_{max} / d_{gem} = 9,375 / 8,7$	1,08	=	1,08	-
ontwerplevensduur	50 jaar	vormfactor dimensie	$C_s C_d = 1$	0,91	=	0,91	-
windgebied	I	belastingfactor wind	$\gamma_{t,d} = 1$	1,00	=	1,00	-
soort terrein	onbebouwd II	winddrukcoefficient	$C_d = 1$	0,80	=	0,80	-
beginpeil boven maaiveld	$h_0 = 0$ m	windzuigcoefficient	$C_z = 1$	-0,50	=	-0,50	-
oppervlak dak en horizontale vlakken	ruw	wrijving horiz. vlakken	$C_{fr} = 1$	0,00	=	0,00	-
oppervlak zijgevels (vertikale vlakken)	ruw	wrijving langs gevels	$C_{fr} = 1$	0,00	=	0,00	-
type bouwwerk	fig. D.1 stalen rechthoekig bouwwerk	basiswindsnelheid	$v_{b,0} = 1$	29,5	=	29,5	m/s
aantal prima 's boven elkaar	3	ΣA_i totaal oppervlak loef- en lijzijde			=	293	m ²
		ΣA_w oppervlak zijvlakken + dak			=	299	m ²
		5.3(4) geen wrijving als $\Sigma A_w / \Sigma A_i < 4$			$\Sigma A_w / \Sigma A_i =$	1,0	-

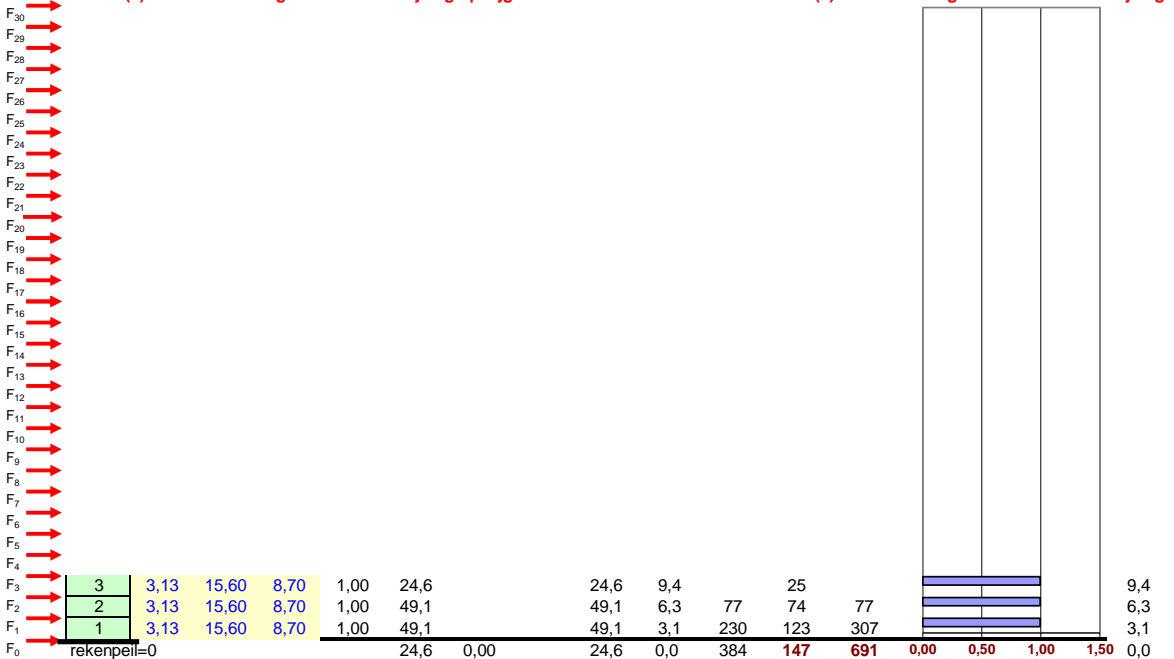
berekening horizontale puntlast op laag n

winddruk+zuiging $F_{dr+zui,k} = \frac{1}{2} * (b_n * h_n + b_{n+1} * h_{n+1}) * C_s C_d * f * (C_d + C_z) * q_{p(z)}$
 totale vormfactor druk+zuiging $f * (C_d + C_z) = 0,85 * (0,80 + 0,50) = 1,11$
 windwrijving horizontale vlakken $F_{wr,hor,k} = abs \{ b_n * (d_n - d_{gw}) - b_{n+1} * (d_{n+1} - d_{gw}) \} * C_s C_d * C_{fr} * q_{p(z)}$
 windwrijving zijgevels $F_{wr,gevel,k} = \frac{1}{2} * (h_n + h_{n+1}) * 2 * (d_n - d_{gw}) * C_s C_d * C_{fr} * q_{p(z)}$
 rekenwaarde horizontaalkracht $F_{n,d} = \gamma_{t,q} * (F_{dr+zui,k} + F_{wr,gevel,k} + F_{wr,dak,k})$
 7.5(3) geen wrijving gevel-dak over $d_{gw} =$ minimum 2b of 4h = 31,2 of 37,5 $d_{gw} = 31,2$ m (deel zonder wrijving)
 zuiging -0,50



puntlast F_n werkt op de bovenkant van laag n				correctie stuwdruk t.o.v. referentieperiode 50 jr $C_{ref}^2 = 1,00$										
laag	prisma hoogte	prisma breedte	prisma diepte	stuwdruk	representatieve waarde			UGT	hoogte boven rekenpeil	moment per puntlast	tot. moment kracht/laag	tot. moment per laag	werkelijke hoogte	
					voor/achter	zijvlakken	hor. vlakken							puntlast
n	h_n	b_n	d_n	$q_{p(z)}$	$F_{dr+zui,k}$	$F_{wr,ge,k}$	$F_{wr,hor,k}$	$F_{n,d}$	Z_n	$\Sigma F_{n+1} * h_n$	$\Sigma F_{n,d}$	$\Sigma (F_{n,d} * h_n)$	grafiek stuwdruk $q_{p(z)}$	Z_e
F ₃₀														
F ₂₉														
F ₂₈														
F ₂₇														
F ₂₆														
F ₂₅														
F ₂₄														
F ₂₃														
F ₂₂														
F ₂₁														
F ₂₀														
F ₁₉														
F ₁₈														
F ₁₇														
F ₁₆														
F ₁₅														
F ₁₄														
F ₁₃														
F ₁₂														
F ₁₁														
F ₁₀														
F ₉														
F ₈														
F ₇														
F ₆														
F ₅														
F ₄														
F ₃	3	3,13	15,60	8,70	1,00	24,6		24,6	9,4		25			9,4
F ₂	2	3,13	15,60	8,70	1,00	49,1		49,1	6,3	77	74	77		6,3
F ₁	1	3,13	15,60	8,70	1,00	49,1		49,1	3,1	230	123	307		3,1
F ₀	rekenpeil=0					24,6	0,00	24,6	0,0	384	147	691	0,00 0,50 1,00 1,50	0,0

art. 7.5(3): er wordt NIET gerekend met wrijving op zijgevels en dak art. 5.3(4) er wordt niet gerekend met windwrijving



n	h_n	b_n	d_n	$q_{p(z)}$	$F_{dr+zui,k}$	$F_{wr,ge,k}$	$F_{wr,dak,k}$	$F_{n,d}$	Z_n	$\Sigma F_{n+1} * h_n$	$\Sigma F_{n,d}$	$\Sigma (F_{n,d} * h_n)$	grafiek stuwdruk $q_{p(z)}$	Z_e
---	-------	-------	-------	------------	----------------	---------------	----------------	-----------	-------	------------------------	------------------	--------------------------	-----------------------------	-------

opmerking



berekening windmoment op een bouwwerk van max. 30 bouwlagen
(er wordt geen rekening gehouden met art. 4.3.4 grote en beduidend hogere naburige bouwwerken)

onderdeel

werk	De Lus	gebouwbreedte	$b_{gem} = 1$	8,7	=	8,7	m
werknummer	werknummer	totale gebouwhoogte	$h_{max} = 1$	9,4	=	9,375	m
onderdeel	onderdeel	gebouwdiepte	$d_{gem} = 1$	15,6	=	15,6	m
norm	alle belastingfactoren 1,00 (rep)	verhoudinggetal	$h_{max} / b_{gem} = 9,375 / 1$	8,7	=	1,08	-
veiligheidsklasse	= CC2	verhoudinggetal	$h_{max} / d_{gem} = 9,375 / 1$	15,6	=	0,60	-
ontwerplevensduur	= 50 jaar	vormfactor dimensie	$C_s C_d = 1$	0,94	=	0,94	-
windgebied	= I -	belastingfactor wind	$\gamma_{t,d} = 1$	1,00	=	1,00	-
soort terrein	onbebouwd II -	winddrukcoëfficiënt	$C_d = 1$	0,80	=	0,80	-
beginpeil boven maaiveld	$h_0 = 0$ m	windzuigcoëfficiënt	$C_z = 1$	-0,50	=	-0,50	-
oppervlak dak en horizontale vlakken	ruw	wrijving horiz. vlakken	$C_{fr} = 1$	0,00	=	0,00	-
oppervlak zijgevels (vertikale vlakken)	ruw	wrijving langs gevels	$C_{fr} = 1$	0,00	=	0,00	-
type bouwwerk	fig. D.1 stalen rechthoekig bouwwerk	basiswindsnelheid	$v_{b,0} = 1$	29,5	=	29,50	m/s
aantal prima 's boven elkaar	= 3	ΣA_i totaal oppervlak loef- en lijzijde			=	163	m ²
		ΣA_w oppervlak zijvlakken + dak			=	428	m ²
		5.3(4) geen wrijving als $\Sigma A_w / \Sigma A_i < 4$			$\Sigma A_w / \Sigma A_i =$	2,6	-

berekening horizontale puntlast op laag n

winddruk+zuiging $F_{dr+zui,k} = \frac{1}{2} * (b_n * h_n + b_{n+1} * h_{n+1}) * C_s C_d * f * (C_d + C_z) * q_{p(z)}$

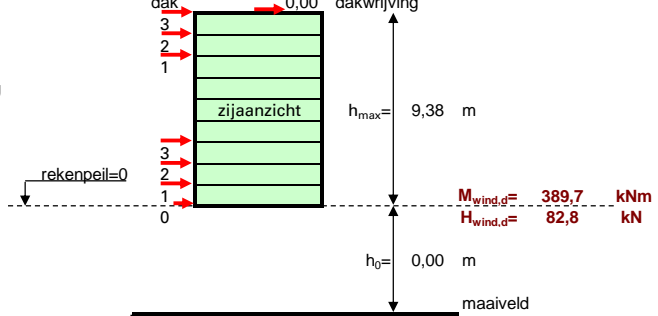
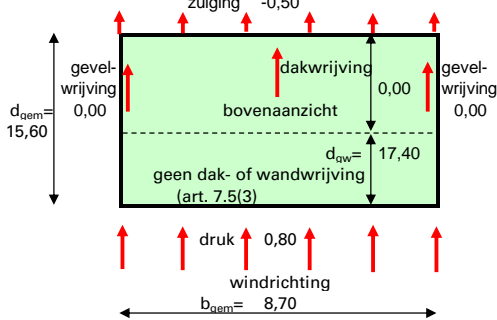
totale vormfactor druk+zuiging $f * (C_d + C_z) = 0,85 * (0,80 + 0,50) = 1,11$

windwrijving horizontale vlakken $F_{wr,hor,k} = abs \{ b_n * (d_n - d_{gw}) - b_{n+1} * (d_{n+1} - d_{gw}) \} * C_s C_d * C_{fr} * q_{p(z)}$

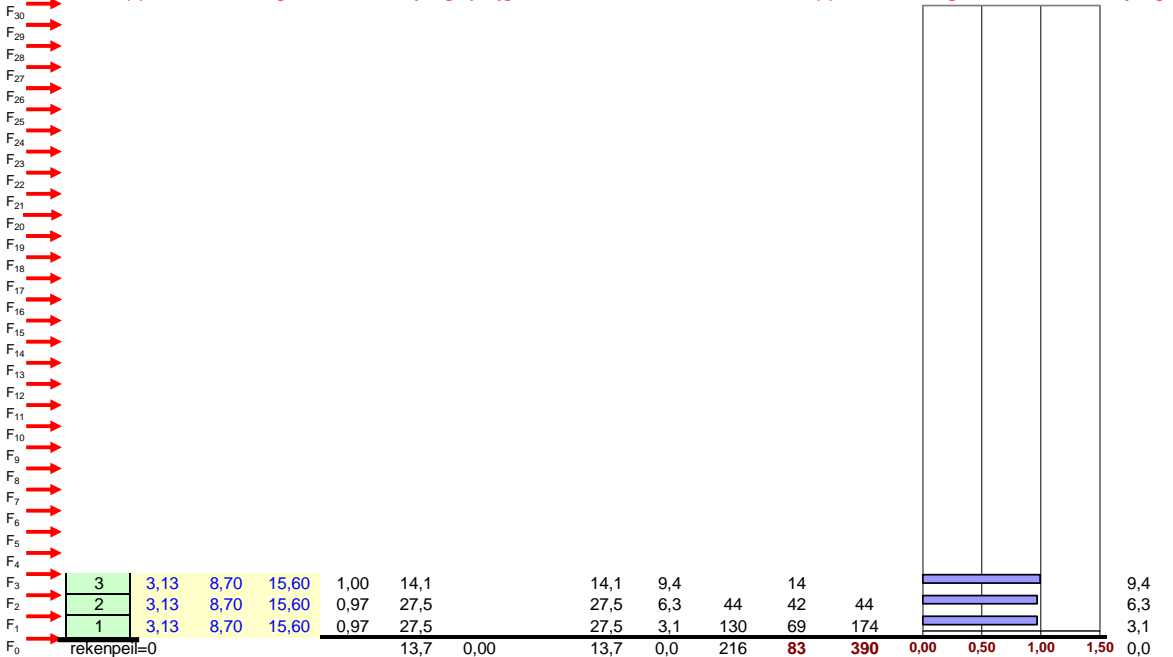
windwrijving zijgevels $F_{wr,gevel,k} = \frac{1}{2} * (h_n + h_{n+1}) * 2 * (d_n - d_{gw}) * C_s C_d * C_{fr} * q_{p(z)}$

rekenwaarde horizontaalkracht $F_{n,d} = \gamma_{t,q} * (F_{dr+zui,k} + F_{wr,gevel,k} + F_{wr,dak,k})$

7.5(3) geen wrijving gevel-dak over $d_{gw} =$ minimum 2b of 4h = 17,4 of 37,5 $d_{gw} = 17,4$ m (deel zonder wrijving)



puntlast F_n werkt op de bovenkant van laag n				correctie stuwdruk t.o.v. referentieperiode 50 jr $C_{ref}^2 = 1,00$										
laag	prisma hoogte	prisma breedte	prisma diepte	stuwdruk	representatieve waarde			UGT	hoogte boven rekenpeil	moment per puntlast	tot horizont. kracht/laag	tot. moment per laag	werkelijke hoogte	
					voor/achter	zijvlakken	hor. vlakken							
n	h_n	b_n	d_n	$q_{p(z)}$	$F_{dr+zui,k}$	$F_{wr,ge,k}$	$F_{wr,hor,k}$	$F_{n,d}$	Z_n	$\Sigma F_{n+1} * h_n$	$\Sigma F_{n,d}$	$\Sigma (F_{n,d} * h_n)$	grafiek stuwdruk $q_{p(z)}$	Z_e
F ₃₀														
F ₂₉														
F ₂₈														
F ₂₇														
F ₂₆														
F ₂₅														
F ₂₄														
F ₂₃														
F ₂₂														
F ₂₁														
F ₂₀														
F ₁₉														
F ₁₈														
F ₁₇														
F ₁₆														
F ₁₅														
F ₁₄														
F ₁₃														
F ₁₂														
F ₁₁														
F ₁₀														
F ₉														
F ₈														
F ₇														
F ₆														
F ₅														
F ₄														
F ₃	3	3,13	8,70	15,60	1,00	14,1		14,1	9,4		14			9,4
F ₂	2	3,13	8,70	15,60	0,97	27,5		27,5	6,3	44	44			6,3
F ₁	1	3,13	8,70	15,60	0,97	27,5		27,5	3,1	130	69	174		3,1
F ₀	rekenpeil=0					13,7	0,00	13,7	0,0	216	83	390	0,00 0,50 1,00 1,50	0,0



opmerking

