

## CONSTRUCTIEF UITGANGSPUNTENRAPPORT DEFINITIEF ONTWERP

PROJECT: Aafje Schiehoven  
KENMERK: CUR 5250 DO-01B  
RAPPORTDATUM (1e uitgifte): 01-03-2023  
WIJZIGINGSDATUM (wijziging A): 01-05-2023  
WIJZIGINGSDATUM (wijziging B): 30-05-2023  
WIJZIGINGSDATUM (wijziging C): 26-11-2025



OPDRACHTGEVER: Diamant OG BV  
J.J. Viottastraat 47  
1071 JP Amsterdam

OPGESTELD DOOR: [REDACTED]  
VRIJGEGEVEN DOOR: [REDACTED]

## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Uitgangspunten en randvoorwaarden .....	4
2.1	Ontwerpproces.....	4
2.2	Bouwkundige uitgangspunten .....	4
2.3	Algemene uitgangspunten .....	4
2.4	Doorbuigingseisen.....	5
2.5	Materiaaleigenschappen.....	5
2.6	Duurzaamheid.....	6
2.7	Brandwerendheid hoofdraagconstructie.....	6
2.8	Voortschrijdende instorting.....	7
2.9	Aandachtspunten bij renovatie .....	8
2.10	Grondwaterstand.....	8
2.11	Vloerafwerking.....	8
2.12	Balkons.....	9
2.13	Gevelbeplating .....	9
2.14	Daktuin.....	9
3	Beschrijving constructie.....	10
3.1	Verbouw.....	10
3.2	Nieuwbouw parkeergarage .....	12
3.3	Nieuwbouw appartementengebouw.....	13
3.4	Brandwerendheid hoofdraagconstructie.....	13
3.5	Inventarisatie projectgebonden risico's t.b.v. het V&G plan.....	13
4	Specifieke uitvoeringsaspecten .....	14
4.1	Funderingspalen.....	14
4.2	Bestaande bouw.....	14
4.3	Bestaande fundering.....	14
4.4	Staalconstructie.....	14
4.5	Aandachtspunten berekening breedplaatvloeren.....	15
4.6	Aandachtspunten constructie voor uitwerking TO.....	15
5	Belastingen.....	16
5.1	Scheidingswanden .....	16
5.2	Vloerbelastingen.....	16
5.3	Dakbelastingen.....	17
5.4	Gevels .....	18
5.5	Windbelasting.....	18
5.6	Overige belastingen.....	19
5.7	Belastingcombinaties (voor de nieuwe constructies) .....	20
5.8	Belastingcombinaties (voor de bestaande constructies) .....	22

BIJLAGE I: Uitwerking basisprincipes robuustheid (2<sup>e</sup> draagweg)

BIJLAGE II: Overzicht bestaande stabiliteitswanden Oudbouw

BIJLAGE III: E-mail met ontwerpuitgangspunten daktuin

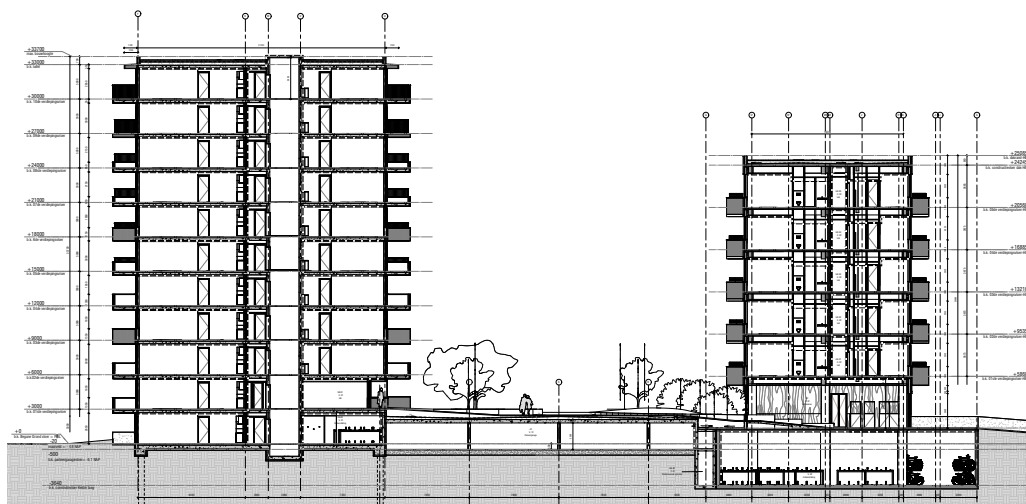
BIJLAGE IV: Indicatie paalfundering (palenstippenplan)

BIJLAGE V: Tabel t.b.v. bepaling afmeting spuwvers

## 1 Inleiding

In opdracht van Diamant OG BV is door IMd Raadgevende Ingenieurs een ontwerp gemaakt voor de hoofdconstructie voor de nieuwbouw van een appartementengebouw met een naastgelegen (bovengrondse) parkeergarage met daarop een openbaar toegankelijk daktuin. De nieuwbouw komt naast het bestaande verpleeghuis Aafje Schiehoven te Rotterdam, dat ook zal worden gerenoveerd tot zelfstandige woonappartementen.

Het door het bouwkundig/vastgoed adviesbureau AVB (Amsterdams Vastgoed Beheer) ontworpen plan omvat de nieuwbouw van een appartementengebouw met een begane grondvloer, 10 verdiepingvloeren en een dakvloer met een totale hoogte van circa 34 meter. Het aanlegniveau van de parkeergarage is boven het grondwater gekozen, zodat deze met een open bestrating kan worden uitgevoerd. Op het dak van de parkeergarage komt ter hoogte van de 1<sup>e</sup> verdiepingvloer van de nieuwe woontoren een openbaar toegankelijke daktuin.



Het bestaande verzorgingshuis dat begin jaren 70 van de vorige eeuw is gebouwd bestaat uit twee geschakelde vleugels (met resp. 3 en 5 verdiepingvloeren en een dakvloer).

De constructieve ingrepen zijn beperkt, er worden lichte (uitkragende) balkons toegevoegd, enkele wandsparingen toegevoegd en de bestaande begane grondvloer gedeeltelijk verlaagd.

In dit voorliggende rapport worden de uitgangspunten beschreven die gelden voor het constructieve ontwerp. Tevens worden de gekozen constructieprincipes besproken. Wijzigingen of aanvullingen op de uitgangspunten kunnen leiden tot aanpassingen van de constructieve opzet.

## 2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Bij het constructieve ontwerp en de uitwerking hiervan worden een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden aangehouden. Deze zijn deels wettelijk voorgeschreven (bouwbesluit, normen) en deels het gevolg van voor dit project specifieke omstandigheden welke voortkomen uit onder andere het Programma van Eisen, de architectuur van het gebouw, de verschillende functies binnen het gebouw en de locatie (o.a. bodemgesteldheid, grondwaterstanden). Eerst komen de algemene, voor het gehele project geldende aspecten aan de orde. Vervolgens worden per onderdeel geldende specifieke aanvullingen gegeven.

### 2.1 Ontwerpproces

Conform de opdracht wordt het project van grof naar fijn uitgewerkt. Concreet houdt dit in dat in het Voorlopig Ontwerp de profielen en afmetingen zijn aangegeven welke zijn gebaseerd op ontwerpberekeningen.

In het Definitief Ontwerp is de constructie verder afgestemd op het bouwkundige plan, waarbij ontwerpberekeningen gedetailleerder worden uitgewerkt ter controle van de eerder aangegeven profielen en afmetingen en ten behoeve van de uitwerking van het tekenwerk tot digitale tekeningen.

Het plan wordt in het bestek verder uitgewerkt waarbij op de bouwkundige tekeningen de voorzieningen t.b.v. bouwkundige constructies (bijvoorbeeld gevels, trappen, balusters e.d.) worden aangegeven. Een en ander ten behoeve van de prijsvorming door de aannemer(s) en het contract tussen opdrachtgever en aannemer.

De werkfase dient voor de uitwerking naar vorm- en wapeningstekeningen waarbij de vormtekeningen de maatvoering van de hoofddraagconstructie geven en de wapeningsteekening alleen voor de wapening gebruikt dient te worden.

### 2.2 Bouwkundige uitgangspunten

Voor het constructieve ontwerp is het bouwkundige model en zijn de bijbehorende tekeningen van het door AVB gemaakte Definitief Ontwerp gehanteerd. Gedurende het ontwerpproces is wederzijds informatie verstrekt en is het bouwkundige en constructieve model en zijn de bijbehorende tekeningen goed op elkaar afgestemd.

### 2.3 Algemene uitgangspunten

Op basis van NEN-EN 1990 NB gelden de volgende uitgangspunten

Betrouwbaarheidsklasse:	RC2
Gevolgklasse:	CC2
Ontwerplevensduurklasse:	3 (50 jaar)
Uitvoeringsklasse staalconstructie	EXC2
Gebruiksklasse	A
Peil t.o.v. NAP	4,58 m ÷ NAP (nog nader te verifiëren)

De door het bouwbesluit aangestuurde normen zoals op de dag van aanvraag van de omgevingsvergunning zijn van toepassing.

## 2.4 Doorbuigingseisen

NEN-EN 1990 + NB wordt aangehouden.

Voor de vervormingen van de gevelconstructie wordt het VMRG kwaliteitseisen en adviezen gehanteerd. Welke een maximale vervorming ( $w$ ) voorschrijft van:

Horizontaal in frequente belastingcombinatie.

Lengte ( $L$ )  $\leq$  3m                       $w \leq L/200$

$3m < L \leq 7,5m$                        $w \leq 5+L/300$

$L > 7,5m$                                    $w \leq L/250$

Volgens de definitie van het handboek VMRG is de frequente belastingcombinatie de BGT belastingcombinatie waarin  $\Psi_1$  op 0,9 is gesteld.

Voor de maximaal toelaatbare doorbuiging van de bouwkundige constructie die binnen de gevel nog opgevangen kan worden wordt in de regel het volgende aangehouden (het betreft de doorbuiging ten gevolge van de variabele belasting na installatie van de gevel):

- Voor elementengevels  $w = L/1000$  met een maximum van 8-10 mm (systeemafhankelijk);
- Voor stijl en regelwerk (vliesgevels) 3 mm;

## 2.5 Materiaaleigenschappen

Beton	bestaand beton:	K225 (met wapeningsstaal QR24 en QR40)
	insitu-beton:	C30/37
	prefab beton	C35/45
Staal	walsprofielen:	S 235 / S 355
	buizen en kokers:	S 355
	hoed- en petliggers	S 355
Hout	constructief hout:	C18
Kalkzandsteen	dragend	klinkerkwaliteit CS20, gelijmd
	niet dragend	normale kwaliteit CS12, gelijmd

## 2.6 Duurzaamheid

Aan te houden milieuklasse voor beton:

- |  |             |
|--|-------------|
| - binnen gebouwen  | XC1         |
| - in de grond en in de spouw                               | XC2 t/m XC4 |
| - buiten aantastingen door vorst/dooi wisselingen.         | XF1 t/m XF4 |
| - corrosie ingeleid door chloriden anders dan zee water    | XD1 T/m XD3 |
| - corrosie ingeleid door chloriden afkomstig van zee water | XS1 t/m XS3 |

Conservering van staal:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| - binnenklimaat                       | verfsysteem                                  |
| - buitenklimaat (inspecteerbaar)      | thermisch verzinkt                           |
| - in de spouw (niet inspecteerbaar) * | thermisch verzinkt en tweelaags poedercoaten |

\* indien sprake is van een hoofddraagconstructie in de spouw (niet inspecteerbaar staal in buitenklimaat), waarbij ook geen tweede draagweg aanwezig is dient de constructie uitgevoerd te worden in RVS 316 of gelijkwaardig.

Aan te houden klimaatklasse voor hout:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| - binnen, verwarmd                                | klimaatklasse I    |
| - overdekte constructie, maar (gedeeltelijk) open | klimaatklasse II   |
| - vochtige ruimtes, niet overdekte constructies   | klimaatklasse IIIa |
| - volledig verzadigd met vocht                    | klimaatklasse IIIb |

## 2.7 Brandwerendheid hoofddraagconstructie

Nieuwbouw	Hoogte (m)	Brandwerendheid (minuten)	Reductie mogelijk?
woonfunctie	>13	120	nee
vluchtwegen:		30	nee

### Conform bouwbesluit paragraaf afdeling 2.2. artikel 2.9 t/m 2.15.:

- Aangegeven hoogten betreffen het vloerpeil van het hoogst gelegen verblijfsgebied in meters ten opzichte van bovenkant maaiveld.
- Reductie alleen toegestaan als de permanente vuurbelasting van 500 MJ/m<sup>2</sup> niet wordt overschreden. Voor betonnen draagconstructies geldt in het algemeen dat deze grens niet wordt overschreden, zodat op voorhand reeds van de reductie wordt uitgegaan, dit dient door een brandtechnisch adviseur te worden getoetst.
- Zwaarste eis dient te worden aangehouden bij stapeling van functies.

Bestaande bouw	Hoogte (m)	Brandwerendheid (minuten)
woonfunctie	>13	60
vluchtwegen:		20

**Conform bouwbesluit paragraaf afdeling 2.2. artikel 2.13 t/m 2.15.:**

- Aangegeven hoogten betreffen het vloerpeil van het hoogst gelegen verblijfsgebied in meters ten opzichte van bovenkant maaiveld.
- Zwaarste eis dient te worden aangehouden bij stapeling van functies.

Door LBP|SIGHT is een brandveiligheidsrapportage (met kenmerk R002\_01\_0491070) opgesteld. Omdat de hoofddraagconstructie van de parkeergarage wordt losgehouden van het nieuwe appartementengebouw en de bestaande bouw, geldt voor de brandwerendheid hiervan een eis van 30 minuten (vluchtweg).

**2.8 Voortschrijdende instorting**

Voor de hoofddraagconstructie van dit project is NEN-EN 1991-1-7 + NB van toepassing. In deze norm komen aspecten als voortschrijdende instortingen en incasseringsvermogen van bouwconstructies aan de orde.

De hieronder omschreven ontwerpstrategie (conform bijlage A NEN-EN 1991-1-7) wordt aangehouden:

Gevolgklasse: Strategie:

CC2b effectieve horizontale trekbanden of effectieve verankering van verhoogde vloeren aan wanden toepassen, voor constructies met respectievelijk kolommen en dragende wanden in combinatie met verticale trekbanden, of als alternatief:  
het gebouw controleren of bij de denkbeeldige verwijdering van iedere dragende kolom en iedere ligger die een kolom ondersteunt, of een willekeurig deel van een dragende wand de stabiliteit van het gebouw is verzekerd en of lokale schade een bepaalde grens niet overschrijdt.

In bijlage I zijn de basisprincipes van bovenstaande strategie verder uitgewerkt.

## 2.9 Aandachtspunten bij renovatie

Diverse bestaande dragende constructies zijn (nog) niet zichtbaar, aangezien deze aan het zicht zijn onttrokken door bouwkundige afwerkingen, na sloop van de bouwkundige afwerking dienen deze dragende constructies te worden ingemeten en gecontroleerd. Daarbij behoren ook materiaaleigenschappen van de beton- of staalconstructie getoetst te worden aan de in hoofdstuk 2.4 benoemde uitgangspunten voor deze eigenschappen. Indien noodzakelijk zullen versterkingen moeten worden ontworpen.

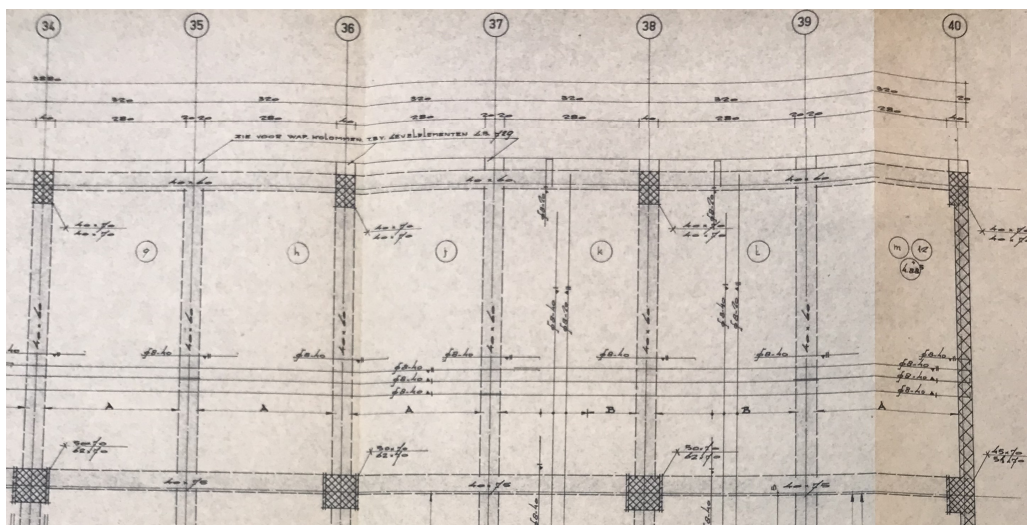
## 2.10 Grondwaterstand

Het niveau van de vloer van de parkeergarage is zodanig gekozen dat deze boven de hoogste GrondWaterStand ligt en dus als open bestrating kan worden uitgevoerd.

## 2.11 Vloerafwerking

In de Oudbouw wordt de bestaande (dunne) vloerafwerking niet verwijderd en hierop wordt een lichte droge afwerkvloer (met vloerverwarming) aangebracht.

De bestaande (dunne) in het werk gestorte betonvloeren (dikte van 120 mm) overspannen in twee onderling loodrechte richtingen tussen de in het werk gestorte betonbalken:



In de nieuwbouw wordt een zwevende dekvloer (met vloerverwarming) toegepast.

### **2.12 Balkons**

De nieuwe balkons aan de bestaande constructie worden zo licht mogelijk uitgevoerd, zodat de uitkragende stalen liggers met boorankers aan de bestaande betonbalken kunnen worden bevestigd.

De nieuwe prefab betonnen balkons van het nieuwe woongebouw worden met isokorven bevestigd aan de breedplaatvloeren.

### **2.13 Gevelbeplating**

De nieuwe gevelbeplating wordt mechanisch bevestigd op een achterconstructie.

Bij de verdere uitwerking van deze mechanische bevestiging dient rekening te worden gehouden met voldoende robuustheid, met als uitgangspunt dat bij het bezwijken van één bevestigingsconstructie er voldoende bevestigingspunten resteren zodat de gevelbeplating in dat geval niet naar beneden valt.

### **2.14 Daktuin**

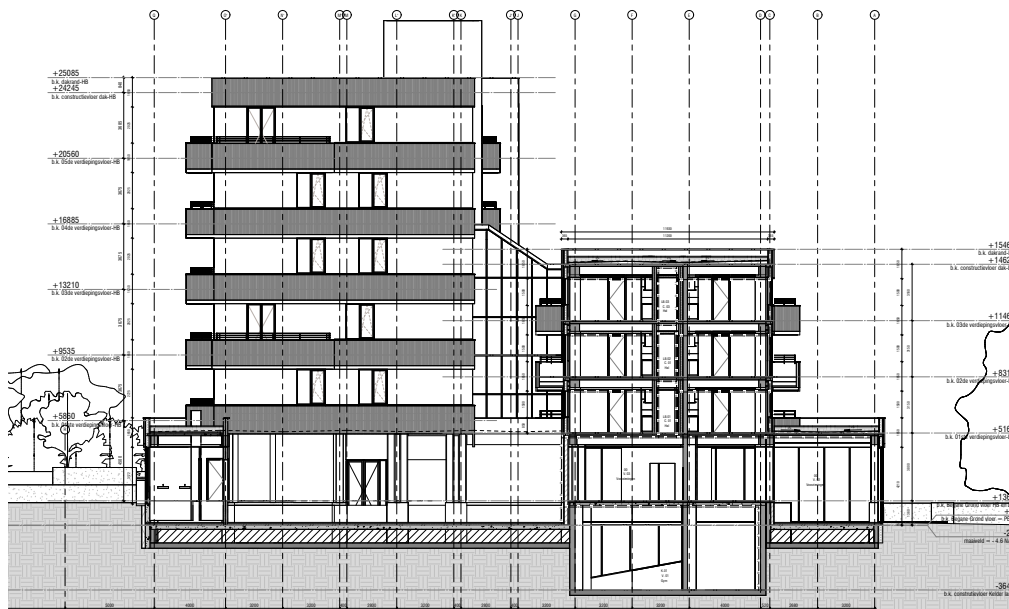
Op het dak van de parkeergarage komt een openbaar toegankelijke daktuin. Bij de verdere uitwerking van deze daktuin dient rekening te worden gehouden met de belastinguitgangspunten uit dit rapport (zie ook bijlage III).

### 3 Beschrijving constructie

Voor de verbouw en de nieuwbouw is een constructief Definitief Ontwerp gemaakt, dat in dit hoofdstuk wordt beschreven. De bijbehorende constructieve ontwerptekeningen zijn separaat beschikbaar.

#### 3.1 Verbouw

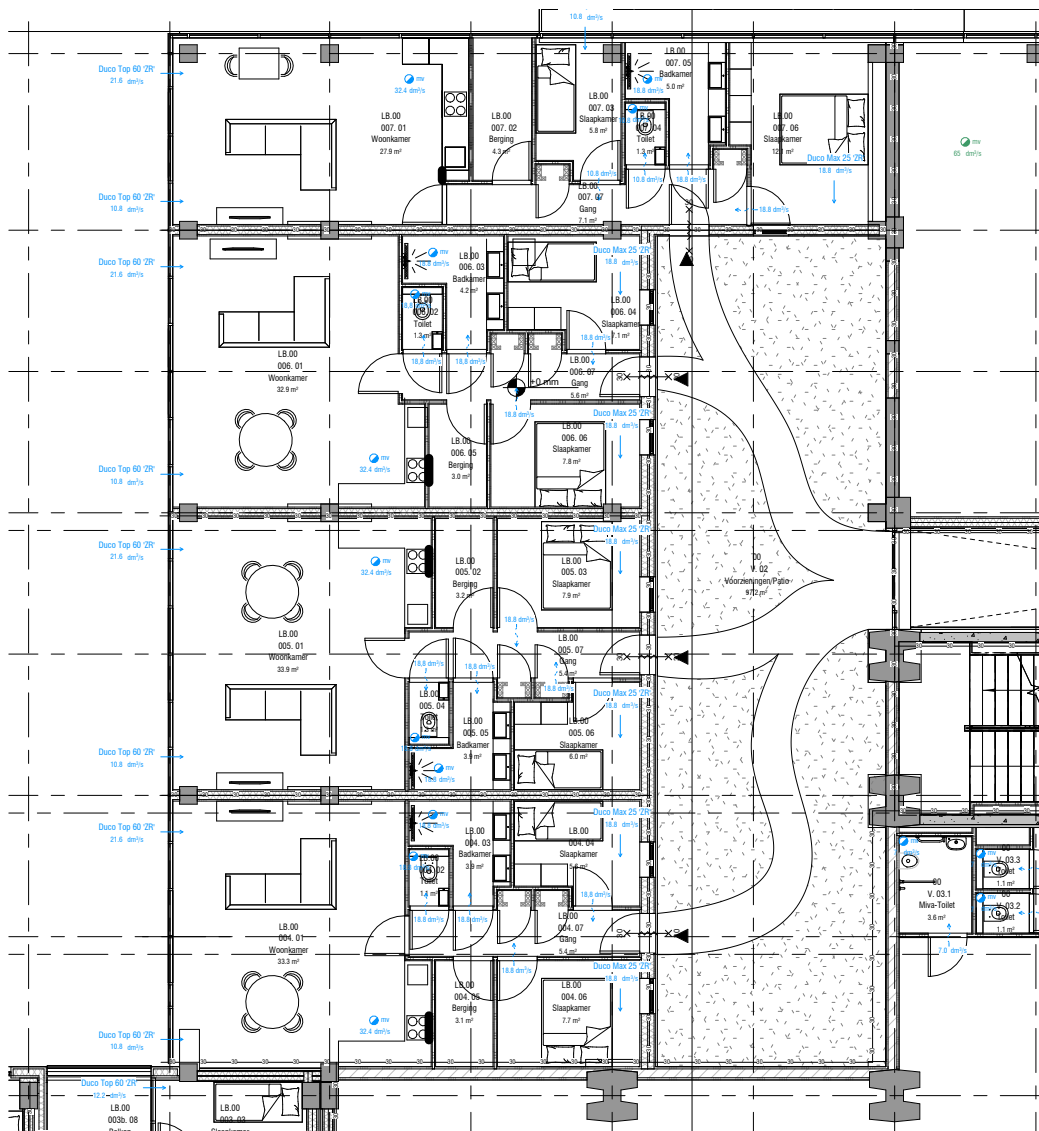
De constructieve ingrepen in het bestaande gebouw betreffen hoofdzakelijk een aantal raam- en deursparingen in enkele betonwanden en het verlagen van een tweetal bestaande tussenvloeren:



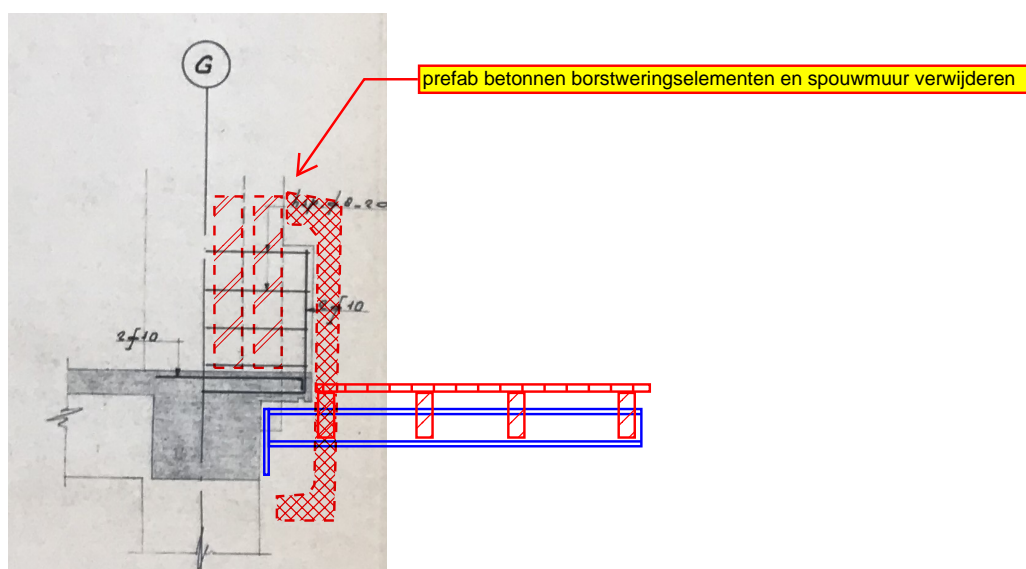
Aangezien de meeste raam- en deursparingen door de bestaande stabiliteitswanden gaan, is het ontwerp zodanig aangepast dat deze sparings op elke verdieping ten opzichte van elkaar verspringen, waardoor de stabiliteitsfunctie gewaarborgd blijft. Rondom de nieuw te zagen raam- en deursparingen kan met behulp van een zogenaamde hak- en aanstortzone nieuwe (latei)wapening en haarspeld- en beugelwapening worden hersteld/geformeerd.

Zie bijlage II met een overzicht van de bestaande stabiliteitswanden (en scans van gedeeltes uit de oorspronkelijke stabiliteitsberekening). In de vervolgfase zullen controle-berekeningen van de stabiliteitswanden worden uitgevoerd waarbij de benodigde aanvullende voorzieningen zullen worden bepaald.

In de laagbouw (oorspronkelijke deel V) wordt een vloer verwijderd en een nieuwe staalplaatbetonvloer (t.b.v. een rijtje woningen) op een nader niveau teruggebracht. Hiertoe dienen twee massieve betonkolommen te worden vervangen door nieuwe stalen kolommen. Ook wordt er ten behoeve van de daglichttoetreding in de woningen een deel van de bestaande dakvloer verwijderd, zodat er een soort patio ontstaat.



Ook worden een aantal (lichte) balkonconstructies toegevoegd, die in de plaats komen van de bestaande zware borstweringconstructies, zodat geen extra gewicht wordt toegevoegd.

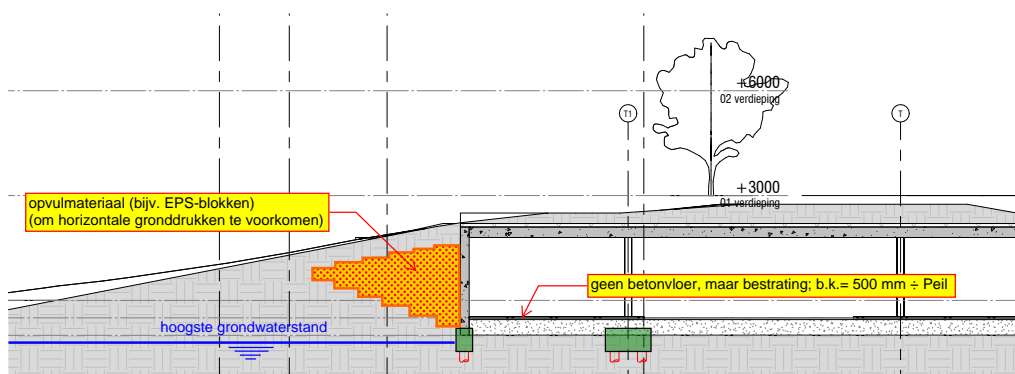


### 3.2 Nieuwbouw parkeergarage

De parkeergarage wordt gefundeerd op palen; hiervoor is door Fugro reeds grondonderzoek uitgevoerd en een concept funderingsadvies opgesteld (met projectnummer 6422-221734). De dakconstructie van de parkeergarage bestaat uit een kanaalplaatvloer (A260 met een constructieve druklaag van 60 mm), welke is opgelegd op geïntegreerde stalen THQ-liggers die weer ondersteund zijn door stalen (koker)kolommen K200x200x10.

Rondom de parkeergarage is een gewapend betonnen kelderwand voorzien, die dan wel geen water keert, maar wel een afscheiding vormt met het talud rondom het nieuw te creëren landschap dat overgaat in de openbaar toegankelijke daktuin.

Om horizontale gronddrukken tegen deze kelderwand en extra zettingen in het nieuwe landschap te voorkomen wordt geadviseerd dit nieuwe talud zo licht mogelijk uit te voeren, waarbij gedacht kan worden aan het toepassen van zogenaamde EPS-blokken:



Voor de inrichting van de daktuin zijn met de architect afspraken gemaakt over de opbouw van het daktuinpakket en de bijbehorende belastingen en de positie en belastingen van de boombakken (zie e-mail in bijlage III).

Door toepassing van een gewapende druklaag wordt de prefab kanaalplaatvloer tot een schijf gemaakt, zodat (kleine) horizontale krachten toch opgenomen kunnen worden. De stalen geïntegreerde liggers zijn berekend zonder torsie door excentrische oplegging van vloeren op randbalken. Dit betekent dat de detaillering van de vloeropleggingen en de koppelingen tussen vloer en ligger zo uitgevoerd dienen te worden dat *geen torsie* in de liggers ontstaat. Uiteraard dient ook bij de detaillering van kolom en liggers beschouwd te worden hoe torsie wordt voorkomen.

Een klein gedeelte van de parkeervloer komt boven een bestaande kelder te liggen en hiervoor wordt de bestaande kelderdekvloer verwijderd en een nieuwe breedplaatvloer met versterkte stroken verlaagd teruggebracht. Hierop zullen ook de nieuwe stalen kolommen van de daktuin afdragen. Dit zal in de vervolgfase verder worden uitgewerkt.

### 3.3 Nieuwbouw appartementengebouw

Het appartementengebouw wordt ook op palen gefundeerd; hiervoor is door Fugro reeds grondonderzoek uitgevoerd en een concept funderingsadvies opgesteld (met projectnummer 6422-221734).

Zie voor het principe van deze paalfundering het palenstippenplan in bijlage IV.

De beganegrondvloer bestaat uit een geïsoleerde kanaalplaatvloer en de bovenbouw uit in het werk gestorte dragende betonwanden met breedplaatvloeren (d= 240 mm).

Deze betonwanden waarborgen tevens de stabiliteit.

In deze betonwanden worden ten behoeve van de flexibiliteit een aantal doorbraken opgenomen zodat in de toekomst op eenvoudige wijze appartementen kunnen worden samengevoegd.

De uitkragende balkons van prefab beton worden met isokorven aan de breedplaat gestort.

### 3.4 Brandwerendheid hoofddraagconstructie

Voor de betonnen constructie onderdelen is de brandwerendheid te realiseren door de dekking op de wapening aan te brengen conform de eisen opgenomen in de NEN-EN-1992-1-2 Rekenkundige bepalingen van de brandwerendheid van bouwdelen - Betonconstructies.

Voor de stalen (koker)kolommen in de parkeergarage kan de brandwerendheid (van 30 minuten) gerealiseerd worden door deze te vullen met gewapend beton.

De onderflens van de THQ-liggers en stalen hoeklijnen worden brandwerend beschermd met een bekleding of coating.

### 3.5 Inventarisatie projectgebonden risico's t.b.v. het V&G plan

Voor het ontwerp V&G plan zijn bij dit project geen specifieke bijzonderheden te melden.

## **4 Specifieke uitvoeringsaspecten**

Naast de algemene uitvoeringsaspecten zijn bij dit project specifieke uitvoeringsaspecten van toepassing welke hieronder worden toegelicht.

### **4.1 Funderingspalen**

Voor de uitvoering van de funderingspalen kunnen eisen worden gesteld aan de trillingen die veroorzaakt worden. Vooralsnog zijn bij IMd geen eisen bekend ten aanzien van trillingen en de belendende bebouwing.

Bij de uitwerking van het plan dient hier aandacht aan besteed te worden en zo nodig dient een trilling prognose opgesteld te worden door de geotechnisch adviseur.

De funderingspalen onder de nieuwe woontoren dienen op een horizontale belasting vanuit wind en de funderingspalen onder de parkeergarage dienen op een horizontale belasting vanuit een botsbelasting te worden gedimensioneerd.

### **4.2 Bestaande bouw**

Bij een renovatieproject is het mogelijk dat de maatvoering of constructieve detaillering op tekening afwijkt van de werkelijkheid. De bestaande constructie dient in het werk te worden gecontroleerd, waarbij eventuele afwijkingen teruggekoppeld dienen te worden naar de bouwdirectie.

### **4.3 Bestaande fundering**

De bestaande funderingspalen zijn zo goed mogelijk ingetekend op basis van de archieftekeningen. Na sloop van de bestaande bouw dient de aannemer de afmetingen en de locaties van de palen in te meten, zodat hier het definitieve palenplan op afgestemd kan worden. Ook zal de onderlinge afstanden van de bestaande en nieuwe palen nog definitief worden uitgezocht.

### **4.4 Staalconstructie**

De op tekening aangegeven zeeg betreft alléén de zeeg die volgens het constructief ontwerp nodig is en aangegeven is in de hoofdberekening.

De exacte zeeg kan door de staalleverancier op basis van de staalberekening en de gekozen uitvoeringsmethodiek worden bepaald.

Constructieve lassen dienen minimaal 4 mm te bedragen

De stalen geïntegreerde liggers zijn niet berekend op torsie, dit betekent dat in de uitvoering de kanaalplaten gelijkmatig neergelegd moeten worden dus om en om aan beide zijden van de liggers zodat deze niet excentrisch wordt belast. Voor liggers die aan een zijde meer belast worden, dient een excentrische belasting voorkomen te worden. Dit kan middels stempels onder de oplegging van de kanaalplaat, welke minimaal blijven staan totdat de koppelstaven zijn aangebracht en het aangestorte beton voldoende is uitgehard.

#### 4.5 Aandachtspunten berekening breedplaatvloeren

De aannemer dient bij de berekening van de vloeren rekening te houden met de eindfase en de montage fase. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan het aanbrengen van een zeeg en het doorstempelen van vloeren, het tijdstip van verwijderen van stempels en de stortbelasting van onderdelen op de vloeren etc. De berekening welke door IMd is aangeleverd dient alleen voor de gewichts- en stabiliteitsberekening, indien de leverancier deze wenst te gebruiken voor de elementberekening dient hij zelf de product specifieke eigenschappen in het model toe te voegen. Door IMd is in de berekening alleen rekening gehouden met de eindfase

#### 4.6 Aandachtspunten constructie voor uitwerking TO

Bij de verdere uitwerking van het constructief ontwerp moeten onder andere de volgende aandachtspunten meegenomen worden:

- controle constructie afmetingen en betonkwaliteit;
- controle-berekeningen van sparingen in dragende (stabiliteits)wanden;
- controle-berekeningen van de bestaande kelderbak in de parkeergarage;
- optimalisatie van de positie en de grootte van het sprinklerbassin;
- eventuele GevelOnderhoudsInstallatie op dak Nieuwbouw in ontwerp betrekken;
- gewichts- en stabiliteitsberekening Nieuwbouw;
- coördinatie funderingsadvies FUGRO en ontwerp paalfundering;
- bepalen van de onderlinge afstanden tussen de bestaande en nieuwe palen;
- definitieve keuze van het talud tegen en de daktuinrichting op het dak van de parkeergarage;
- controle bouwkundige details en opgave bouwkundig staal;
- (definitieve) plaatsing bouwkundige schachten;
- afstemmen gevelontwerp op vloerconstructie.

## 5 Belastingen

In dit hoofdstuk worden de aangehouden belastingen voor het ontwerp van de hoofdconstructie vastgelegd, onderverdeeld in de permanente en veranderlijke belasting. Het gewicht van de scheidingswanden uitgevoerd in metselwerk zijn hierin **niet** opgenomen, deze laatste moeten volgens de tekeningen van de architect in rekening worden gebracht.

Voor de minimale belastingen op de verschillende constructieonderdelen wordt uitgegaan van de Nederlandse norm NEN-EN 1991 Belastingen en Vervormingen. Per onderdeel wordt de geadviseerde toelaatbare belasting aangegeven.

### 5.1 Scheidingswanden

In overleg is vastgesteld dat de belasting voor de niet dragende lichte woningscheidende wanden met een vlaklast van  $0,8 \text{ kN/m}^2$  in rekening wordt gebracht.

### 5.2 Vloerbelastingen

<b>Keldervloer (parkeren in bestaand)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Breedplaatvloer	240	6,00				
Opgelegde belasting			2,00			
<b>Totaal</b>		6,00	2,00	0,7	0,7	0,6

<b>Beganegrondvloer (tussenvloer in bestaand)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Staalplaatbetonvloer	150	2,70				
Zwevende dekvloer		1,90				
Lichte scheidingswanden			0,80			
Opgelegde belasting			1,75			
<b>Totaal</b>		4,60	2,55	0,4	0,5	0,3

<b>Beganegrondvloer (nieuwbouw)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Geïsoleerde kanaalplaatvloer	200	3,10				
Druklaag	60	1,50				
Zwevende dekvloer		1,90				
Lichte scheidingswanden			0,80			
Opgelegde belasting			1,75			
<b>Totaal</b>		6,50	2,55	0,4	0,5	0,3

<b>Verdiepingsvloeren (nieuwbouw)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Breedplaatvloer	240	6,00				
Zwevende dekvloer	90	1,80				
Lichte scheidingswanden			0,80			
Opgelegde belasting			1,75			
<b>Totaal</b>		<b>7,80</b>	<b>2,55</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>

<b>Balkonvloeren (nieuwbouw)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Prefab betonvloer	240	6,00				
Opgelegde belasting			2,50			
<b>Totaal</b>		<b>6,00</b>	<b>2,50</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>

### 5.3 Dakbelastingen

<b>Dakvloer parkeergarage (daktuin)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Kanaalplaatvloer	260	3,80				
Druklaag	60	1,50				
Daktuin (totale pakket)		7,70 (*)				
Opgelegde belasting			5,00			
<b>Totaal</b>		<b>13,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>

(\*) Zie ook de e-mail in bijlage III met de overeengekomen belastingen voor de daktuin.

<b>Dak (nieuwbouw)</b>	Dikte (mm)	permanent	opgelegd	momentaanfactoren		
		$q_p$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Breedplaatvloer	240	6,00				
Dakbedekking en isolatie		0,30				
PV-panelen		0,40				
Opgelegde belasting			1,00			
<b>Totaal</b>		<b>6,70</b>	<b>1,00</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

N.B: Bij de berekening van de constructieonderdelen dient rekening te worden gehouden met lokaal hogere veranderlijke belastingen bij bijvoorbeeld sneeuwophoping op het dak. Wateraccumulatie, afmetingen dakspuwers en sneeuwophoping volgens NEN-EN 1991.

#### 5.4 Gevels

Voor de belastingen van de niet-dragende gevels wordt aangehouden:

HSB met keramische gevelbeplating:  $1,5 \text{ kN/m}^2$

#### 5.5 Windbelasting

Voor de windbelasting gelden de volgende uitgangspunten:

Windgebied II, onbebouwd

Maximale hoogte boven maaiveld  $z_e = 34 \text{ m}$

$$W_e = C_{pe} \times q_p(z_e)$$

$$F_w = C_s C_d \times C_f \times q_p(z_e) \times A_{ref}$$

$$q_p(z_e) = 1,24 \text{ kN/m}^2 \quad \Psi_o = 0 \quad (\Psi_1 = 0,2 \text{ bij brand, } \Psi_2 = 0)$$

$$C_{pe} = 0,8 \text{ voor druk en } -0,5 \text{ voor zuiging.}$$

$$C_{pi} = -0,3 \text{ voor onderdruk en } +0,2 \text{ voor overdruk.}$$

$$C_s C_d = [\text{bouwwerkfactor}]$$

$$C_f = [\text{krachtcoëfficiënt voor de constructie}]$$

$$A_{ref} = [\text{referentieoppervlak}]$$

Vanwege het gebrek aan correlatie van de winddrukken tussen de windzijde en de lijzijde (D en E) wordt de resulterende kracht met een factor 0,85 vermenigvuldigd.

Per gebouwdeel en/of onderdeel en windrichting dienen de factoren te worden bepaald aan de hand van NEN-EN 1991-1-4

De gevels overspannen van vloer naar vloer. De gevelkolommen zullen dus niet lokaal door wind worden belast.

## 5.6 Overige belastingen

De volgende overige belastingen worden hieronder voor dit project apart toegelicht (conform NEN-EN 1991-1-1 tot NEN-EN 1991-1-7):

1. Belasting op hekwerken/ balusters e.d.
2. Wateraccumulatie
3. Botsing door voertuigen

Ad 1:

De balusters ter plaatse van hoogteverschillen worden bij dit project berekend op een belasting van  $0,5 \text{ kN/m}^1$ , behorend bij gebruiksklasse A (NEN-EN 1991-1-1 tabel 6.12 en NB 6).

Ad 2:

*Bij toepassing van waterretentiesysteem (daktuin):*

Op de dakconstructie is rekening gehouden met belasting als gevolg van waterretentie, zie ook de belastinguitgangspunten in hoofdstuk 5.

*Zonder toepassing van waterretentiesysteem (dak appartementengebouw):*

Er wordt voldoende afschot (minimaal  $16 \text{ mm/m}^1$ ) en voldoende spuwers toegepast zodat wateraccumulatie als belasting op de constructie achterwege kan blijven. In de bijlage II zijn tabellen opgenomen ten behoeve van de bepaling van de spuwerafmetingen.

Ad 3:

In de parkeerkelder wordt gereden met personenauto's met een snelheid van  $15 \text{ km/h}$ .

De stalen kolommen in de kelder worden derhalve berekend op een zogenaamde buitengewone botsbelasting van  $100 \text{ kN}$  aangrijpend op  $0,50 \text{ m}$  boven het rijvlak.

De funderingsconstructie (eenpaalspoer en de funderingspaal) dienen op deze horizontale belasting te worden gedimensioneerd (zonder rekening te houden met een passieve gronddruk tegen de eenpaalspoer zelf vanwege de mogelijk geroerde grond).

## 5.7 Belastingcombinaties (voor de nieuwe constructies)

Voor de belastingcombinaties t.b.v. de diverse constructieberekeningen dient te worden uitgegaan van de normatief voorgeschreven combinaties zoals omschreven in NEN-EN 1990.

Partiële factoren voor de Uiterste GrensToestand (ULS/STR (groep B))

Gevolgsklasse : CC2

$\xi = 0,89$

Correctiefactor op basis van CC= 1,0

Blijvende En tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Gelijktijdig optredende veranderlijke belastingen	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	andere
Vgl. 6.10a	1,35	0,9			$1,5 \psi_{0,i}$ $i \geq 1$
Vgl. 6.10b	1,2	0,9	1,5		$1,5 \psi_{0,i}$ $i > 1$

In de Uiterste GrensToestand moeten naast de 'blijvende' en 'tijdelijke' ontwerpsituaties ook buitengewone en brand ontwerpsituaties worden beschouwd. De belastingfactoren worden daarbij alle gelijk gesteld aan 1,0. Voor windbelasting in combinatie met brand dient  $\psi_{2,1}$  aangehouden te worden tenzij er disproportionele schade volgt volgens NEN-EN 1991-1-7.

Voor BruikbaarheidsGrenstoestanden behoren de partiële belastingfactoren van 1,0 te worden aangehouden.

Combinatie	Blijvende belasting		Veranderlijke belasting		Voorbeelden van toepassing in EC2
	Ongunstig	Gunstig	Overheersende	Andere	
Karakteristiek	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} * Q_{k,i}$	
Frequent	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} * Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} * Q_{k,i}$	Scheurvorming - voorgespannen beton VMA
Quasi- blijvend	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} * Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} * Q_{k,i}$	Doorbuiging Scheurvorming – gewapend beton en voorgespannen beton VZA

Bij het opstellen van belastingcombinaties voor een gebouw geldt algemeen:

- Extreme waarde van de veranderlijke vloerbelasting aanwezig op twee bouwlaag, overige bouwlagen de momentane belasting.
- Bij windbelasting op het gebouw is op de bouwlagen de momentaan belasting aanwezig.

NEN-EN 1991-1-1 art. 6.2.1 – vloeren, balken en daken:

- Bij berekenen van één verdieping of dak beschouw de opgelegde belasting als een *vrije belasting* die op de meest ongunstige delen van het beschouwde gebied wordt aangebracht.
- Als belastingen op andere verdiepingen van invloed zijn, mag worden aangenomen dat zij gelijkmatig verdeeld zijn (*vaste belastingen*).

NEN-EN 1991-1-1 art. 6.2.2 – kolommen en wanden:

- De opgelegde belastingen op de verdieping mogen worden verondersteld *gelijkmatig verdeeld* te zijn per verdieping, maar op ten minste 1 vloer als *vrije belasting*.
- Voor de bepaling van de maatgevende normaalkracht dient rekening te worden aangehouden dat twee vloeren met het maximale belastingeffect extreem dienen te worden gerekend.

### 5.8 Belastingcombinaties (voor de bestaande constructies)

Voor de belastingcombinaties t.b.v. de diverse constructieberekeningen kan/mag worden uitgegaan van de normatief voorgeschreven combinaties voor Verbouw, zoals omschreven in NEN-EN 8700.

Partiële factoren voor de Uiterste GrensToestand (ULS/STR (groep B))

Gevolgsklasse : CC2

$\xi = 0,89$

Correctiefactor op basis van CC= 1,0

Blijvende En tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Gelijktijdig optredende veranderlijke belastingen	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	andere
Vgl. 6.10a	1,20	0,9			$1,3 \psi_{0,i}$ $i \geq 1$
Vgl. 6.10b	1,15	0,9	1,3		$1,3 \psi_{0,i}$ $i > 1$

In de Uiterste GrensToestand moeten naast de 'blijvende' en 'tijdelijke' ontwerpsituaties ook buitengewone en brand ontwerpsituaties worden beschouwd. De belastingfactoren worden daarbij alle gelijk gesteld aan 1,0. Voor windbelasting in combinatie met brand dient  $\psi_{2,1}$  aangehouden te worden tenzij er disproportionele schade volgt volgens NEN-EN 1991-1-7.

Voor BruikbaarheidsGrenstoestanden behoren de partiële belastingfactoren van 1,0 te worden aangehouden.

Combinatie	Blijvende belasting		Veranderlijke belasting		Voorbeelden van toepassing in EC2
	Ongunstig	Gunstig	Overheersende	Andere	
Karakteristiek	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} * Q_{k,i}$	
Frequent	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} * Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} * Q_{k,i}$	Scheurvorming - voorgespannen beton VMA
Quasi- blijvend	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} * Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} * Q_{k,i}$	Doorbuiging Scheurvorming – gewapend beton en voorgespannen beton VZA

Bij het opstellen van belastingcombinaties voor een gebouw geldt algemeen:

- Extreme waarde van de veranderlijke vloerbelasting aanwezig op twee bouwlaag, overige bouwlagen de momentane belasting.
- Bij windbelasting op het gebouw is op de bouwlagen de momentaan belasting aanwezig.

NEN-EN 1991-1-1 art. 6.2.1 – vloeren, balken en daken:

- Bij berekenen van één verdieping of dak beschouw de opgelegde belasting als een *vrije belasting* die op de meest ongunstige delen van het beschouwde gebied wordt aangebracht.
- Als belastingen op andere verdiepingen van invloed zijn, mag worden aangenomen dat zij gelijkmatig verdeeld zijn (*vaste belastingen*).

NEN-EN 1991-1-1 art. 6.2.2 – kolommen en wanden:

- De opgelegde belastingen op de verdieping mogen worden verondersteld *gelijkmatig verdeeld* te zijn per verdieping, maar op ten minste 1 vloer als *vrije belasting*.
- Voor de bepaling van de maatgevende normaalkracht dient rekening te worden aangehouden dat twee vloeren met het maximale belastingeffect extreem dienen te worden gerekend

## **BIJLAGE I: Uitwerking basisprincipes robuustheid (2<sup>e</sup> draagweg)**

# NEN-EN 1991-1-7:2006+A1:2014+NB:2019 Stootbelastingen en ontploffingen

## Bijlage A Ontwerp voor de gevolgen van lokaal bezwijken van gebouwen door een onbekende oorzaak

### A.5 Horizontale trekbanden

#### A.5.1 Constructies met kolommen

(1) Er behoren horizontale trekbanden te zijn toegepast langs de omtrek van iedere vloer en van ieder dak en binnen een bouwwerk in twee onderling loodrechte richtingen om kolommen en wandelementen aan de gebouwconstructie te bevestigen. De trekbanden behoren doorgaand te zijn en behoren zich zo dicht als praktisch mogelijk bij de randen van vloeren en de lijnen van de kolommen en de wanden te bevinden. Ten minste 30 % van de trekbanden behoort zich in de dichte nabijheid van de rasterlijnen van de kolommen en de wanden te bevinden.

#### OPMERKING

Zie het voorbeeld in figuur A.2.

(2) Horizontale trekbanden mogen bestaan uit gewalste staalprofielen, wapeningsstaven of wapeningsnetten in betonnen vloerplaten en geprofileerde staalplaten in staal-betonvloeren (indien rechtstreeks bevestigd aan de stalen liggers met afschuifverbindingsmiddelen). De trekbanden mogen bestaan uit een combinatie van de genoemde soorten.

(3) Iedere doorgaande trekband, inclusief zijn eindverankeringen, behoort in de buitengewone grenstoestand in het geval van interne trekbanden een trekkracht met een rekenwaarde van  $T_i$  op te kunnen nemen, en  $T_p$  in het geval van trekbanden langs de omtrek, gelijk aan de volgende waarden:

voor interne trekbanden  $T_i = 0,8(g_k + \psi q_k) sL$ , maar minimaal 75 kN. (A.1)

voor trekbanden langs de omtrek  $T_p = 0,4(g_k + \psi q_k) sL$ , maar minimaal 75 kN. (A.2)

#### waarin:

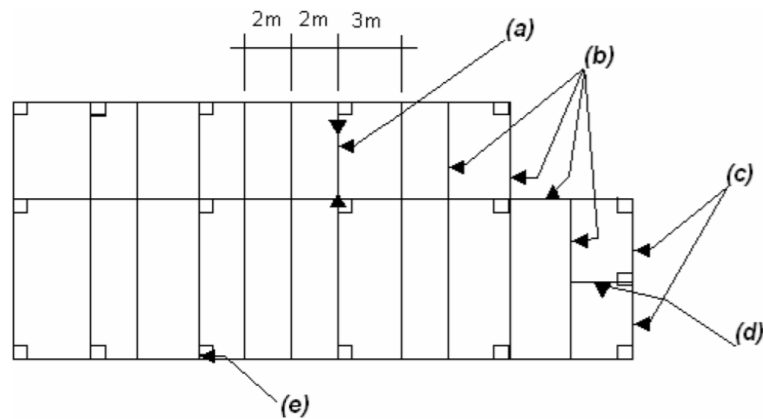
$s$  is de afstand tussen de trekbanden;

$L$  is de lengte van de trekband;

$\psi$  is de factor van toepassing in de uitdrukking voor de combinatie van belastingseffecten voor de buitengewone ontwerpsituatie ( $\psi_1$  of  $\psi_2$  overeenkomstig uitdrukking (6.11b) van EN 1990).

#### OPMERKING

Zie het voorbeeld in figuur A.2.



#### Verklaring

- (a) Ligger met een overspanning van 6 m als interne trekband
- (b) Alle liggers ontworpen en berekend om als trekband te werken
- (c) Trekbanden langs de omtrek
- (d) Trekband verankerd aan een kolom
- (e) Randkolom

**VOORBEELD** De berekening van de rekenwaarde van de buitengewone trekkracht  $T_i$  in de ligger met een overspanning van 6 m zoals weergegeven in figuur A.2, uitgaande van de volgende karakteristieke belastingen (bijvoorbeeld voor een gebouw met stalen raamwerk).

Karakteristieke belasting:  $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  en  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$

En een aanname voor de keuze van de combinatiecoëfficiënt  $\psi_1$  (bijvoorbeeld = 0,5) in uitdrukking (6.11a)

$$T_i = 0,8(3,00 + 0,5 \times 5,00) \frac{3+2}{2} \times 6,0 = 66 \text{ kN (wat kleiner is dan 75 kN)}$$

Figuur A.2 - Voorbeeld van horizontale trekbanden in een warehouse van 6 bouwlagen

(4) Elementen die zijn gebruikt voor de opname van belastingen anders dan buitengewone belastingen mogen zijn gebruikt voor bovengenoemde trekbanden.

#### A.5.2 Constructies met dragende wanden

(1) Voor gebouwen in klasse 2 (risicogroep laag), zie tabel A.1:

Voldoende robuustheid behoort te zijn bereikt door toepassing van een celvormige constructie, ontworpen om samenwerking tussen alle onderdelen tot stand te brengen, inclusief een geschikte verankeringsmethode van de vloer aan de wanden.

(2) Voor gebouwen in klasse 2 (risicogroep hoog), zie tabel A.1:

In de vloeren behoren doorgaande horizontale trekbanden te zijn toegepast. Dit behoren interne trekbanden te zijn, verspreid over de vloeren in beide orthogonale richtingen, en trekbanden langs de omtrek van de vloerplaten binnen een vloerbreedte van 1,2 m. De rekenwaarde van de trekkracht in de trekbanden behoort als volgt te zijn bepaald:

Voor interne trekbanden  $T_i$  = de grootste waarde van  $F_t$  kN/m of

$$\frac{F_t(g_k + \psi q_k) z}{7,5} \frac{z}{5} \text{ kN/m} \quad (\text{A.3})$$

Voor trekbanden langs de omtrek  $T_p = F_t$  (A.4)

#### waarin:

$F_t$  is de kleinste waarde van 60 kN/m en  $20 + 4n_s$  kN/m;

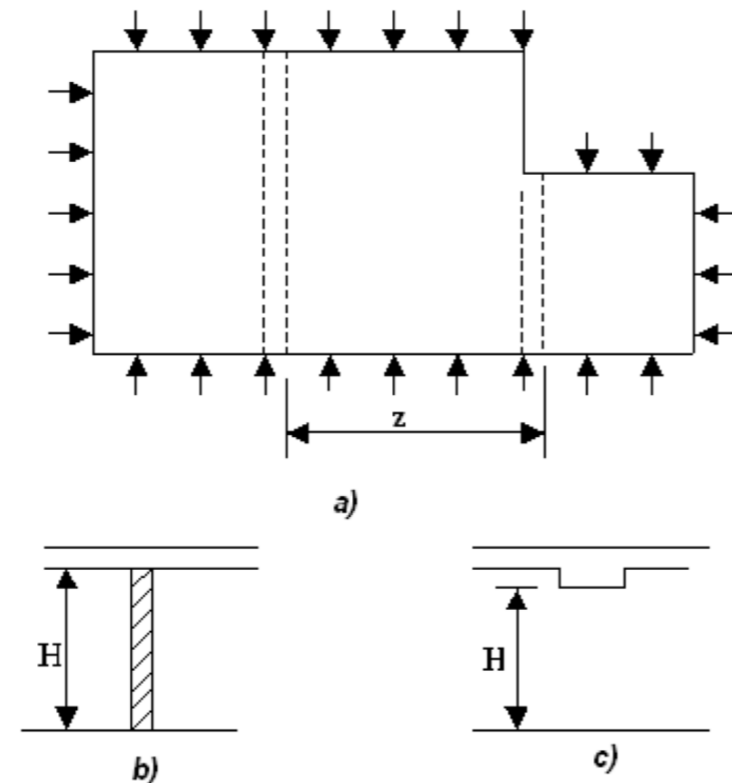
$n_s$  is het aantal bouwlagen;

$z$  is de kleinste waarde van:

- 5 maal de vrije bouwlaaghoogte  $H_i$ , of
- de grootste afstand in meters in de richting van de trekband, tussen de hartlijnen van de kolommen of van andere verticale dragende elementen, ongeacht of deze afstand is overbrugd door:
  - een vloerplaat alleen, of
  - een combinatie van liggers en vloerplaten.

#### OPMERKING

Factoren  $H$  (in m) en  $z$  worden toegelicht in figuur A.3.



#### Verklaring

- a) Bovenaanzicht
- b) Doorsnede: vlakke vloerplaat
- c) Doorsnede: ligger en vloerplaat

Figuur A.3 - Toelichting van factoren H en z

### A.6 Verticale trekbanden

(1) Iedere kolom en wand behoort te zijn voorzien van een doorgaande trekband vanaf de fundering tot aan het dakniveau.

(2) In het geval van gebouwen met raamwerk (bijvoorbeeld staalconstructies of constructies van gewapend beton) behoren de kolommen en wanden die verticale belastingen dragen, de rekenwaarde van een buitengewone trekkracht te kunnen weerstaan die gelijk is aan de maximale rekenwaarde van de verticale reactie door permanente en veranderlijke belasting in de kolom door iedere willekeurige bouwlaag. Een dergelijke buitengewone belasting behoort niet gelijktijdig met de permanente en veranderlijke belastingen, die mogelijk op de constructie werken, te zijn aangenomen.

(3) Bij constructies met dragende wanden (zie 1.5.11) mogen verticale trekbanden als effectief zijn beschouwd indien:

- a) bij metselwerk wanden hun dikte minimaal 150 mm is en indien ze minimaal een druksterkte van  $5 \text{ N/mm}^2$  overeenkomstig EN 1996-1-1 bezitten;
- b) de vrije hoogte van de wand,  $H$ , gemeten in m tussen de vloervlakken of het dakvlak, niet groter is dan  $20t$ , waarbij  $t$  de wanddikte in m is;
- c) ze zijn ontworpen en berekend om de volgende verticale trekkracht  $T$  op te nemen:
 
$$T = \frac{34A}{8000} \left( \frac{H}{t} \right)^2 \text{ N, maar minimaal } 100 \text{ kN per m wand,} \quad (\text{A.5})$$

#### waarin:

$A$  is de doorsnede in  $\text{mm}^2$  van de wand bepaald in bovenaanzicht, niet inbegrepen het niet-dragende blad van een spouwmuur

d) de verticale trekbanden zijn gegroepeerd op afstanden van maximaal 5 m langs de wand en bevinden zich op niet meer dan 2,5 m van een ongesteund uiteinde van de wand.

### A.7 Nominale doorsnede van een dragende wand

(1) De nominale lengte van constructies met dragende wanden, waaraan is gerefereerd in A.4(1)c), behoort gelijk te zijn genomen aan:

- voor een wand van gewapend beton, een lengte niet groter dan  $2,25 H$ ,
- voor een buitenwand van metselwerk, of van een houten of stalen stijl- en regelwerk, de lengte gemeten tussen zijdelingse steunen door andere verticale elementen (bijvoorbeeld door kolommen of scheidingswanden in dwarsrichting),
- voor een binnenwand van metselwerk, of van een houten of stalen stijl- en regelwerk, een lengte niet groter dan  $2,25 H$ .

#### waarin:

$H$  is de bouwlaaghoogte in m.

### A.8 Kritische elementen

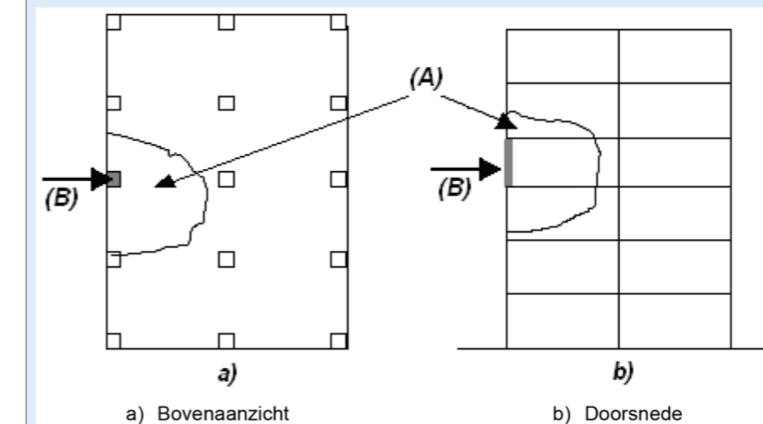
(1) Bij gebouwconstructies behoort, overeenkomstig 3.3(1)P, een 'kritisch element', waaraan is gerefereerd in A.4(1)c), een buitengewone belasting van  $A_d$  op te kunnen nemen, die is aangebracht in horizontale en verticale richtingen (één richting per keer) op het element en alle aangesloten onderdelen, rekening houdend met de uiterste sterkte van dergelijke onderdelen en hun aansluitingen. Een dergelijke buitengewone belasting behoort overeenkomstig uitdrukking (6.11b) van EN 1990 te zijn aangebracht en mag een geconcentreerde of gelijkmatig verdeelde belasting zijn.

#### OPMERKING

De aanbevolen waarde van  $A_d$  voor gebouwconstructies is  $34 \text{ kN/m}^2$ .

#### OPMERKING 3

De grens van toelaatbaar lokaal bezwijken mag per gebouwsoort verschillend zijn. De aanbevolen waarde is de kleinste waarde van 15 % van de vloeroppervlakte of  $100 \text{ m}^2$ , in elke bouwlaag van twee aangrenzende bouwlagen in overeenstemming met 3.3.(1)P. Zie figuur A.1.



#### Verklaring

- (A) Lokale schade van niet meer dan 15 % van de vloeroppervlakte van iedere bouwlaag van twee aangrenzende bouwlagen.
- (B) Denkbeeldige verwijdering van een kolom.

Figuur A.1 - Aanbevolen grens van toelaatbare schade

- Zie volgende pagina's voor de afmetingen en positie van de horizontale trekbanden  
 - Zie volgende pagina's voor de afmetingen van de horizontale koppelingen  
 - Wapening in de betonpenanten en stekken tussen de betonpenanten dimensioneren op een trekkracht ter grote van de representatieve drukbelasting van de betreffende kolom

## Horizontale trekbanden (voor Medium en Large)

T.p.v. de kolomondersteuning:

$$g_k = 7,80 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2,55 \text{ kN/m}^2$$

$$\Psi_1 = 0,5$$

$$s = 6,9 \text{ m (maximaal)}$$

$$L = 3,1 \text{ m (maximaal)}$$

$$T_i = 0,8 \times (7,80 + 0,5 \times 2,55) \times 6,9 \times 3,1 = 156 \text{ kN}; A_s = 358 \text{ mm}^2$$

$$T_p = 0,4 \times (7,80 + 0,5 \times 2,55) \times 6,9 \times 3,1 = 78 \text{ kN}; A_s = 179 \text{ mm}^2$$

Deze wapeningshoeveelheid is de minimale wapening die totaal aanwezig moet zijn in de stroken op onderstaande plattegrond.

T.p.v. de wandondersteuning:

$$g_k = 7,80 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2,55 \text{ kN/m}^2$$

$$\Psi_1 = 0,5$$

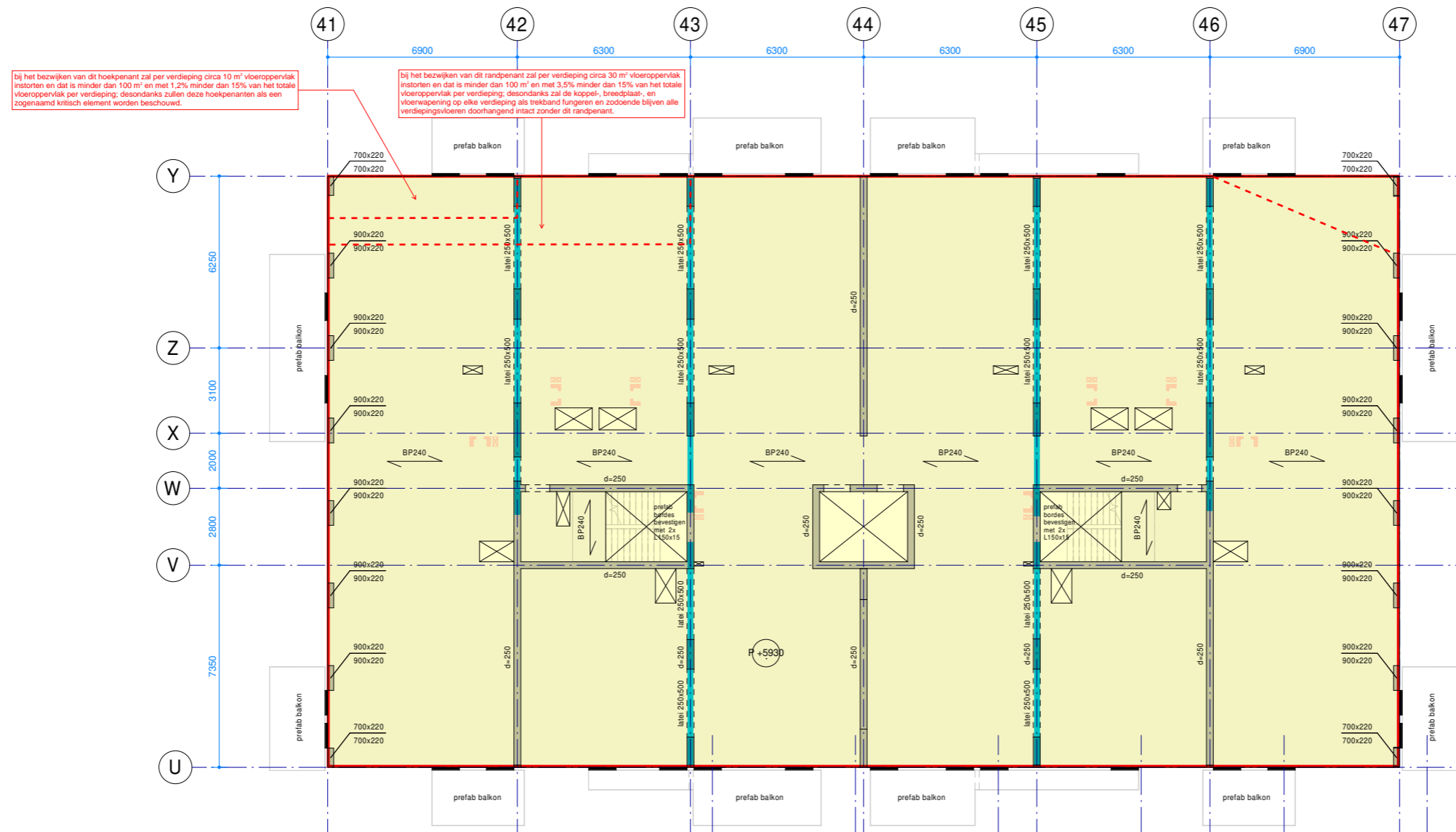
$$z = 6,9 \text{ m (maximaal)}$$

$$F_t = 60 \text{ kN/m (maximaal)}$$

$$T_i = (60 \times (7,80 + 0,5 \times 2,55) / 7,5) \times (6,9 / 5) = 100 \text{ kN/m}; A_s = 230 \text{ mm}^2/\text{m (in beide richtingen)}$$

$$T_p = F_t = 60 \text{ kN/m}; A_s = 138 \text{ mm}^2/\text{m (niet maatgevend)}$$

Deze wapeningshoeveelheid is de minimale wapening die totaal aanwezig moet zijn in het gebied op onderstaande plattegrond. Deze wapeningshoeveelheid moet dus ook tussen de platen onderling doorgesloten worden. Krachten koppelingen en trekbanden t.b.v. stabiliteit: zie gewichts- en stabiliteitsberekening (in TO-fase)



**Verticale trekbanden (in de betonpenanten en betonwanden):**

T.p.v. de gevelpenanten:

$$A = 700 \times 220 = 154000 \text{ mm}^2$$

$$H = 2,85 \text{ m}$$

$$t = 0,22 \text{ m}$$

$$T = 34 \times 154000 \times (2,85/0,30)^2 / 8000 = 59070 \text{ N (dus de minimale grenswaarde van 100 kN aanhouden): } A_s = 230 \text{ mm}^2$$

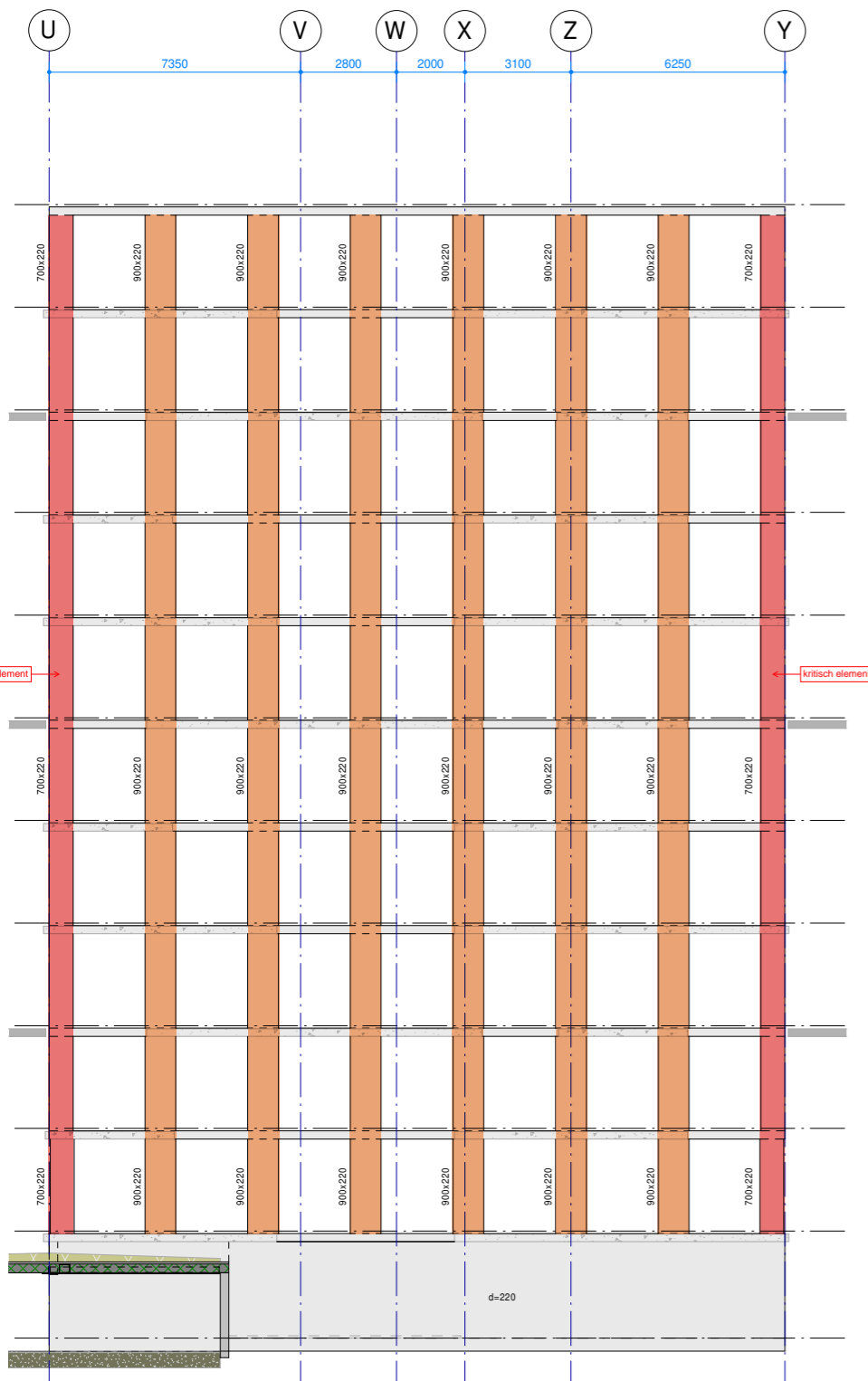
$$g_k = 7,80 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2,55 \text{ kN/m}^2$$

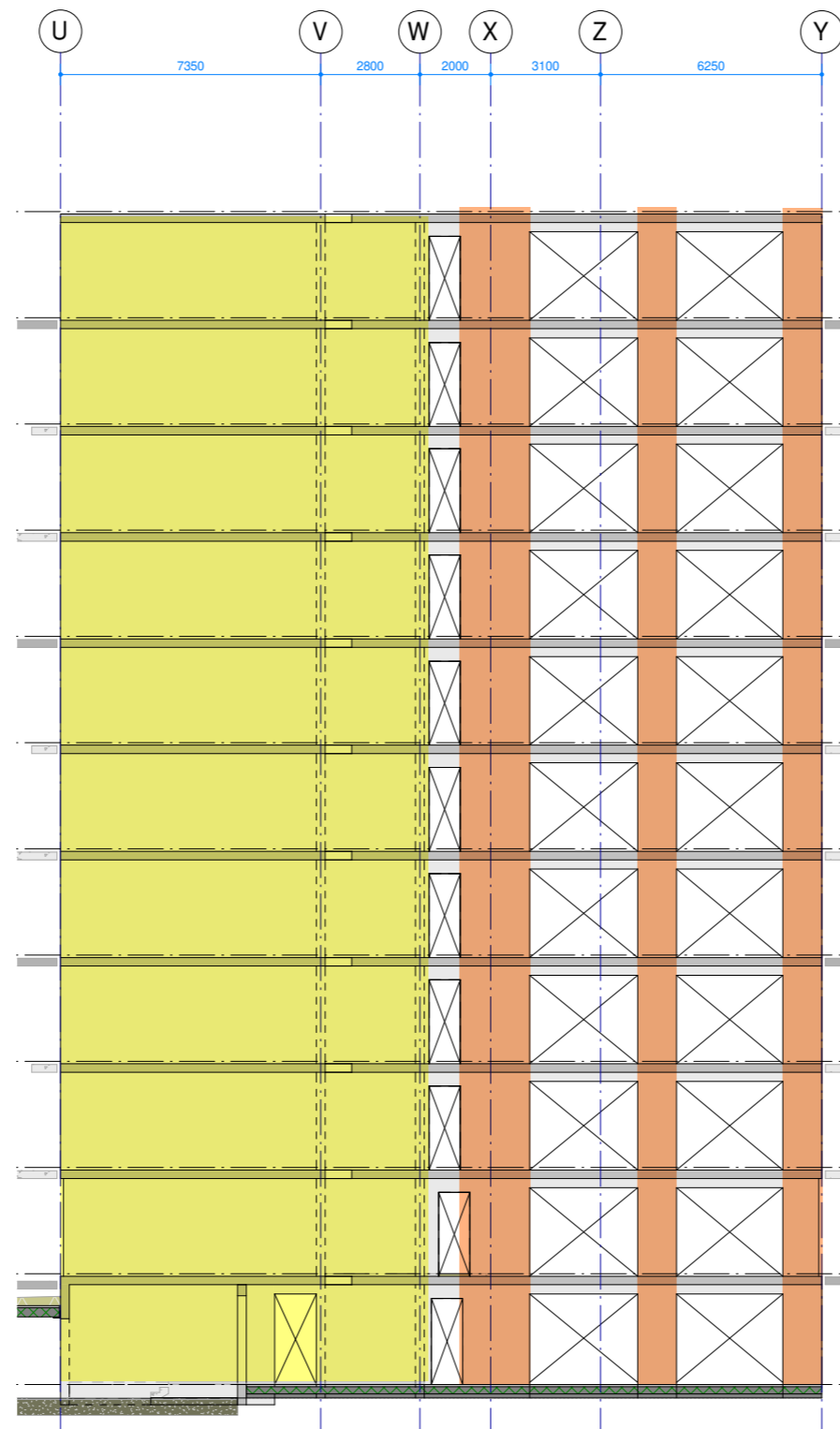
$$T = 3,1 \times 6,9 \times (1,2 \times 7,80 + 1,5 \times 2,55) / 2 = 141 \text{ kN: } A_s = 324 \text{ mm}^2$$

$$T = 6,9 \times (1,2 \times 7,80 + 1,5 \times 2,55) = 91 \text{ kN/m: } A_s = 209 \text{ mm}^2/\text{m}$$

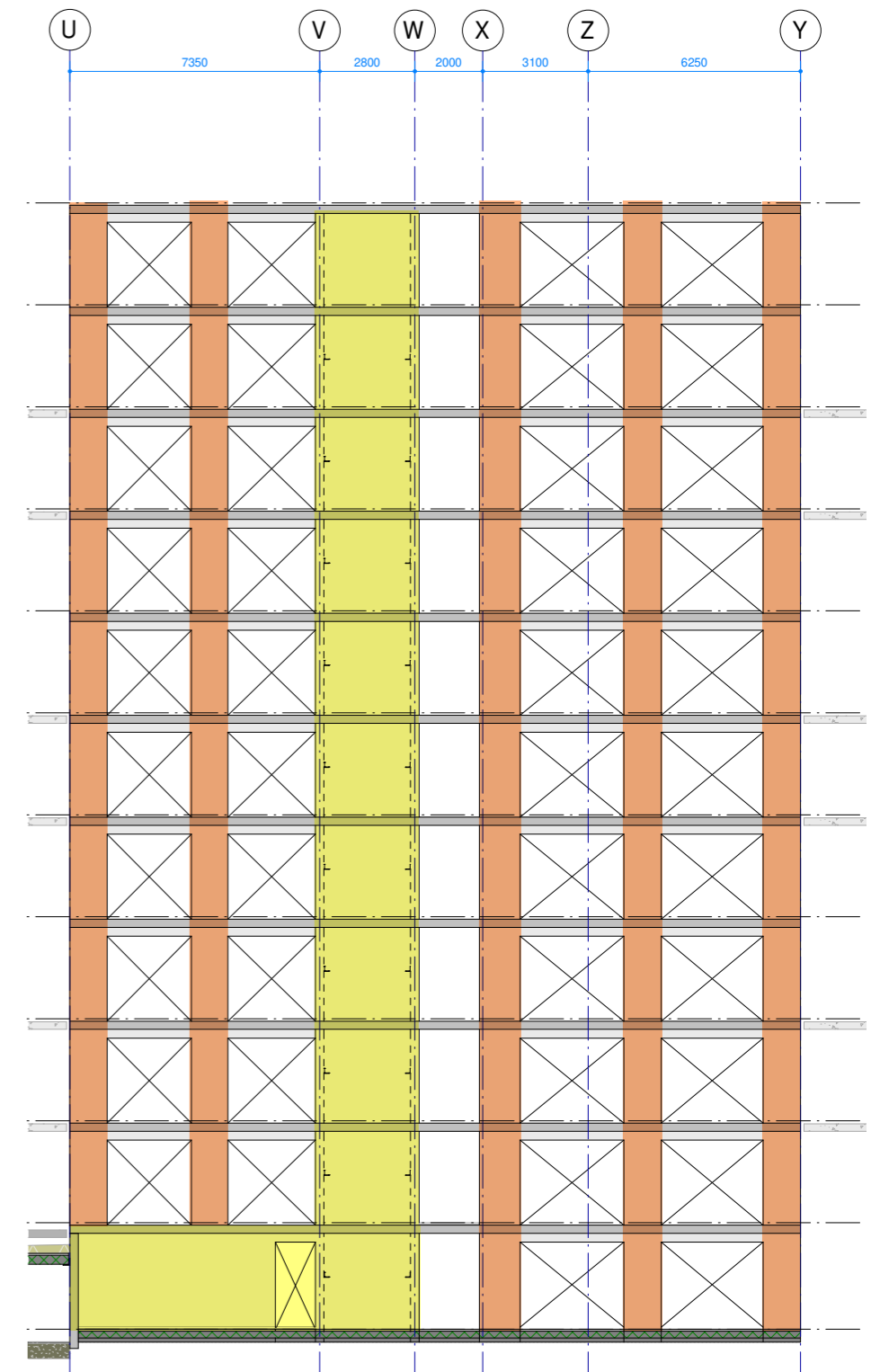
Deze wapeningshoeveelheden is de minimale wapening die totaal aanwezig moet zijn in de penanten of wanden.



**principe voor kopgevels**



**principe voor half dichte middenwand**



**principe voor open middenwand**

## **Zeilwerking verdiepingsvloer**

PROJECT: Aafje Schiehoven  
KENMERK: 5250  
RAPPORTDATUM: 26-11-2025



OPDRACHTGEVER: Diamant OG BV

OPGESTELD DOOR: ir. R. Treels RC  
VRIJGEGEVEN DOOR: ir. Remko Wiltjer RO

## Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b>	1
<b>1 Inleiding</b>	2
<b>2 Uitgangspunten</b>	3
Belastingen	3
<b>3 Tweede draagweg berekening</b>	4
3.1 Zeilwerking verdiepingsvloeren met prefab balkons	4

## 1 Inleiding

In dit voorliggende rapport worden de uitgangspunten beschreven die gelden voor de tweede draagwegberekening van de verdiepingsvloeren. In de berekening worden de verschillende principes besproken en berekend die een rol spelen bij het waarborgen van de tweede draagweg conform NEN-EN-1991-1-7.

## 2 Uitgangspunten

Gevolgklasse 2b

### Belastingen

Vloerlasten (vlaklasten)

stramien L =	6,60 m
verd_pb =	7,00 kN/m <sup>2</sup>
verd_balkon =	7,00 kN/m <sup>2</sup>
verd_vb =	2,55 kN/m <sup>2</sup>
psi =	0,40

Voor de hoofddraagconstructie van dit project is NEN-EN 1991-1-7 + NB van toepassing. In deze norm komen aspecten als voortschrijdende instortingen en incasseringsvermogen van bouwconstructies aan de orde. De gekozen strategie is als volgt gekozen:

- Toepassen trekbanden conform detailleringsregels uit bijlage A.5 en A.6 van de NEN-EN 1991-1-7 voor het volledige skelet.

## 3 Tweede draagweg berekening

De verdiepingsvloeren worden gedragen door betonwanden met sparingen en er zijn dus randpenanten aanwezig. Bij het wegvallen van één van deze randpenanten is er een tweede draagweg aanwezig door middel van zeilwerking van alle vloeren. De vloerrandstrook met zeilwerking dragen ook nog de met isokorven uitkragende prefab balkons. Naast zeilwerking worden de detailleringsregels uit bijlage A.5 en A.6 van de NEN-EN 1991-1-7 toegepast.

### 3.1 Zeilwerking verdiepingsvloeren met prefab balkons

Voor de berekening van zeilwerking wordt verwezen naar de theorie van kabels. Er wordt uitgegaan van een aanwezige wapening van minimaal  $\varnothing 16-100$

Uitgangspunten:

- vloerverspanning 6,6 meter
- Breedplaatvloer 240 mm
- veranderlijke belasting 2,55 kN/m<sup>2</sup>,  $\psi = 0,4$
- Prefab balkon van 6 m<sup>2</sup> met isokorven uitkargend aan randvloerstrook

$$A_{s1} = 0,25 * \pi * 16^2 * \frac{1000}{100} = 0,25 * 3,1415926536 * 16^2 * \frac{1000}{100} = 2011 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \underline{2011 \text{ mm}^2}$$

$$E_s = 2 * 10^5 = 200,00 * 10^3 \text{ kN/m}^2$$

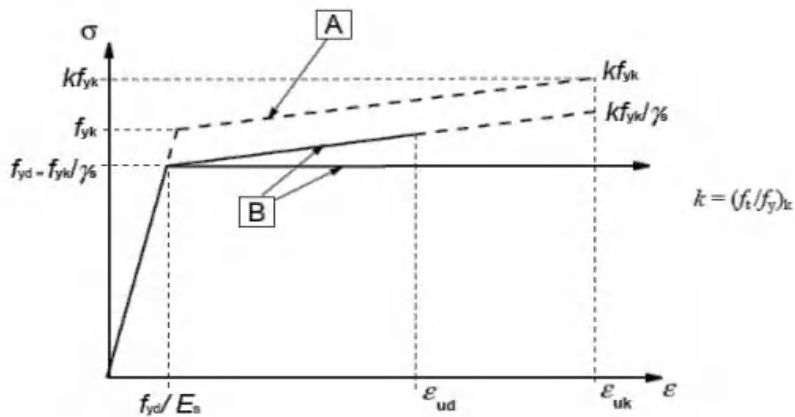
- Karakteristieke puntbelasting a.g.v. e.g. prefab balkon (2x gerekend vanwege uitkraging):

$$\text{eigen gewicht balkon } e_g = 2 * 0,25 * 25 * 6 = 75,00 \text{ kN}$$

- Karakteristieke lijntbelasting (zie hoofdstuk 2):

$$q_{kar} = \text{verd\_pb} + \psi * \text{verd\_vb} = 7,00 + 0,40 * 2,55 = 8,02 \text{ kN/m}^2$$

Voor de zakkings  $w$  wordt een aanname ingevoerd. De additionele verlenging van het betonstaal die optreedt ten gevolge van de aanwezige trekkracht in het wapeningsstaal, moet worden meegenomen in de berekening. Dit leidt tot het controleren van de maximaal mogelijke staalspanning van  $500 \text{ N/mm}^2$ , ofwel aan de rekgrens van 2,5 promille. Een hogere rekgrens is mogelijk conform NEN-EN 1992-1-1 paragraaf 3.2. Tevens dient de maximaal aangenomen zetting gecontroleerd te worden a.d.h.v. de maximaal toegestane rek van het staal.



**Verklaring**

- A geschematiseerd
- B berekening

$$\varepsilon_{uk} = 0,05$$

Voor de berekening gelden de volgende gegevens:

Zeilwerking treedt op ter plaatse van het middenveld, met een lengte  $l = 2 \times 7 \text{ m}$ .

$$l = 13,20 \text{ m}$$

$$w = 1,0 \text{ m}$$

Oplegreactie:

$$R = 0,5 \cdot q_{\text{kar}} \cdot l + (0,5 \cdot e_g) = 0,5 \cdot 8,02 \cdot 13,20 + (0,5 \cdot 75,00) = 90,43 \text{ kN}$$

$$H = \frac{R \cdot 0,5 \cdot l}{w} = \frac{90,43 \cdot 0,5 \cdot 13,20}{1,0} = 596,84 \text{ kN}$$

$$\text{alfa} = \tan^{-1} \left( \frac{w}{0,5 \cdot l} \right) \cdot \frac{180}{\pi} = 8,6154^\circ$$

$$\text{trekkracht in kabel } N = \frac{R}{\sin(\text{alfa})} = 603,67 \text{ kN}$$

$$f_s = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{benodigd staal } A_{\text{sben}} = N \cdot \frac{1000}{f_s} = 603,67 \cdot \frac{1000}{500} = 1207 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{rdmax}} = A_s \cdot f_s \cdot 10^{-3} = 2011 \cdot 500 \cdot 10^{-3} = 1006 \text{ kN}$$

$$\varepsilon_s = \frac{N \cdot 1000}{E_s \cdot A_s} = 1,501 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s = 0,001501 \cdot 200000 = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{edmax}} = \sigma_s \cdot \frac{A_s}{1000} = 300 \cdot \frac{2011}{1000} = 603 \text{ kN}$$

$$F_{\text{edmax}} = 603 \text{ kN} < F_{\text{rdmax}}$$

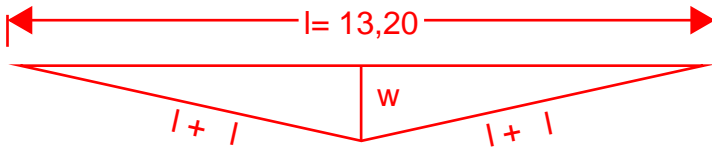
Deze waarde is kleiner dan de maximaal toelaatbare kracht van 746 kN dus akkoord

De additionele verlenging leidt tot een rek van

$$\varepsilon_s = 1,50 \cdot 10^{-3} < 2,5 \cdot 10^{-3}$$

deze waarde is kleiner dan 2,5 dus akkoord

Controle maximale zakking w:



maximaal toelaatbare verlenging

$$\text{deltal} = 0,5 * l * \epsilon_{uk} = 0,5 * 13,20 * 0,05 = 0,330 \text{ m}$$

maximale zakking w

$$w_{\text{max}} = \sqrt{(l * 0,5 + \text{deltal})^2 - (l * 0,5)^2} = 2,113 \text{ m}$$

$$w = 1,00 \leq w_{\text{max}}$$

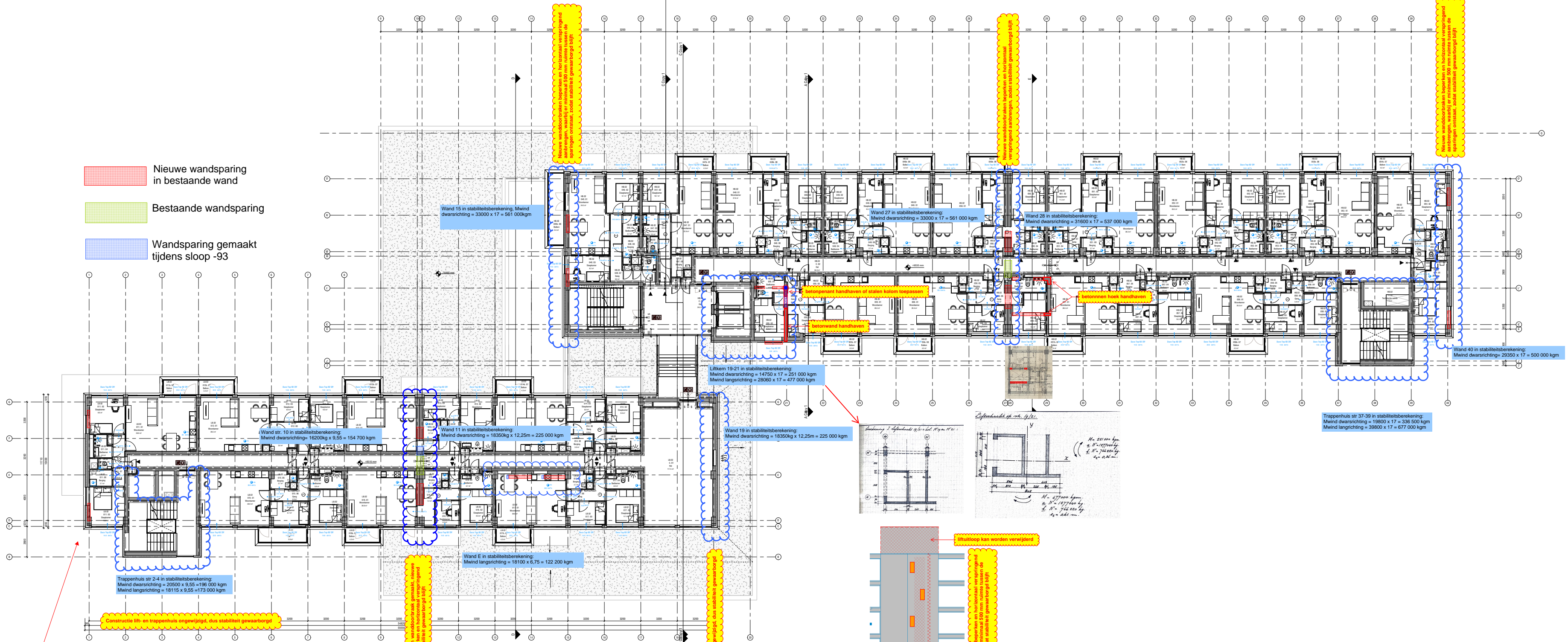
De aangenomen zakking is lager dan de maximaal toegestane zakking, dus akkoord.

Conclusie:

Wapening  $\varnothing 16-100$  is voldoende om zeilwerking mogelijk te maken. Uitspatten en uittrekken van de wapening uit de plaat dient voorkomen te worden door middel van net  $\varnothing 16-100$  haaks op de overspanningsrichting. De vloer werkt voldoende als horizontale schijf om horizontaal evenwicht te kunnen maken.

## **BIJLAGE II: Overzicht bestaande stabiliteitswanden Oudbouw**

- Nieuwe wandsparring in bestaande wand
- Bestaande wandsparring
- Wandsparring gemaakt tijdens sloop -93



Wand stramen 1 niet in stabiliteitsberekening, waarschijnlijk wordt de horizontale belasting overgedragen naar het trappenhuis op str 2-4

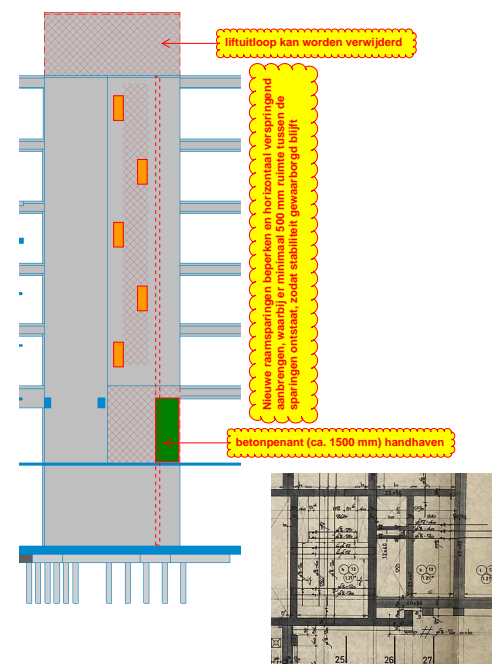
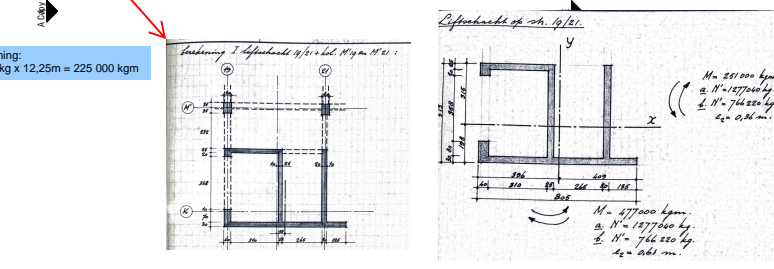
In het verleden is er een wanddoorbraak gemaakt, nieuwe wand erin, zodat stabiliteit gewaarborgd blijft

Nieuwe wanddoorbraken beperken en horizontaal verspreidend aanbrengen, waarbij er minimaal 500 mm ruime tussen de sparringen ontstaat, zodat stabiliteit gewaarborgd blijft

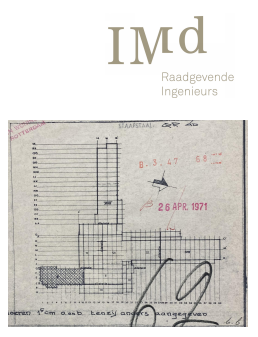
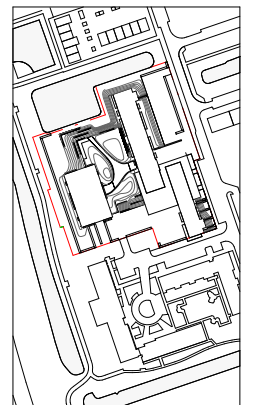
Nieuwe wanddoorbraken beperken en horizontaal verspreidend aanbrengen, waarbij er minimaal 500 mm ruime tussen de sparringen ontstaat, zodat stabiliteit gewaarborgd blijft

Nieuwe wanddoorbraken beperken en horizontaal verspreidend aanbrengen, waarbij er minimaal 500 mm ruime tussen de sparringen ontstaat, zodat stabiliteit gewaarborgd blijft

Constructie koppeleind ongewijzigd, dus stabiliteit gewaarborgd



- Renvooi**
- beton bestend
  - beton
  - kalkzandsteen
  - Metal steel wond
  - Lichte metaal steel wond
  - isolatie\_sponw
  - Deurkoppj binnendeur
  - Deurkoppj binnendeur metreikat
  - deurkoppj w.b.d.b.a. 30
  - deurkoppj w.b.d.b.a. 30 rechtsbuitend
  - deurkoppj w.b.d.b.a. 60
  - deurkoppj w.b.d.b.a. 60 rechtsbuitend
  - w.b.d.b.a. 30
  - w.b.d.b.a. 60
  - rookmelder
  - brandwerend
  - druppelbelemmering
  - zonde stekel in de wachrichting te openen
  - noodverlichting
  - brandverpasm
  - sprekinstatatie
  - regeling
  - muurkast
  - verdelr vloerverwarming
  - waarme terugkoms systeem
  - wasmachine / droger
  - wasmachine / droger
  - bestaande boom
  - nieuwe boom



**BIJLAGE III: E-mail met ontwerputgangspunten daktuin**

## Rob Treels

---

**Van:** [REDACTED]  
**Verzonden:** woensdag 20 april 2022 08:37  
**Aan:** [REDACTED]  
**CC:** [REDACTED]  
**Onderwerp:** FW: Herontwikkeling schiehoven - groenontwerp in relatie tot constructie

Goedemorgen [REDACTED],

Onderstaand de terugkoppeling t.a.v. de rekenwaardes voor het groen.

Parkeergarage:

Ik ga mee in het advies op de parkeergarage met één belasting door te rekenen, dit om voldoende speelruimte te hebben in de volgende fase van het ontwerp.

Hiervoor reserveren zij graag een belasting 7.5 kN/m<sup>2</sup> (dit is voor de 'aarde' laag de beplating is excl maar ik ga ervan uit dat dit niet veel extra is)

Boven de kolommen zullen de bomen worden geplaatst, hier is de belasting van het groen pakket 12 kN/m<sup>2</sup> (excl gewicht boom)

Voor de volledige mail zie onderstaande mailwisseling, indien deze waarden veel onmogelijkheden geven in het ontwerp hoor ik het graag en stel ik voor in ons eerstvolgende overleg ook de landschapsarchitect uit te nodigen.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]

**AVB**

---

Disclaimer:

Dit bericht (inclusief de bijlagen) kan vertrouwelijk zijn. Wanneer u dit bericht ten onrechte heeft ontvangen, verzoeken wij u vriendelijk ons hiervan onmiddellijk per kerende e-mail op de hoogte te brengen. U wordt erop gewezen dat e-mailberichten aan veranderingen onderhevig kunnen zijn. Amsterdams Vastgoed Beheer is niet aansprakelijk voor de onjuiste en onvolledige overdracht van de informatie in dit bericht noch voor mogelijke vertraging in de ontvangst van dit bericht of schade aan uw systeem als gevolg van dit bericht. Amsterdams Vastgoed Beheer staat er niet voor in dat de integriteit van dit bericht behouden is gebleven noch dat dit bericht vrij is van virussen, niet is onderschept of vatbaar is geweest voor tussenkomst (door derden).

---

**Van:** [REDACTED]

**Verzonden:** vrijdag 15 april 2022 12:19

**Aan:** [REDACTED]

**CC:** [REDACTED]

**Onderwerp:** RE: Herontwikkeling schiehoven - groenontwerp in relatie tot constructie

Goedemorgen [REDACTED],

In het algemeen: daktuinen zullen met substraat worden gevuld.

Dat is aanzienlijk lichter dan de gewone 'aarde' en bevat daarbij de juiste mineralen en kwaliteiten om beplanting goed te laten groeien.

Dit geeft per 10 cm dikte een gewicht van 150 KG (1,5 kN/m<sup>2</sup>) \*

Voor de daktuin hebben we 5 'typeringen':

- Sedum – dikte van zo'n 10 cm, en dus die 1,5 KN / m<sup>2</sup>
- Vaste planten – dikte van 50 cm, en daarbij dus 5 x 1,5 = 7.5 Kn/m<sup>2</sup>
- Vaste planten/ heester – dikte van 50 / 60 cm, laten we uitgaan van 60 cm, dan wordt dat dus 6 x 1,5 = 9 Kn/m<sup>2</sup>  
\*\*
- Bomen – 80 cm dikte, 8 x 1,5 = 12 kN/m<sup>2</sup> \*\*

Het is aardig verspreid over de daktuin dus ik denk dat het goed is overal rekening te houden met de vaste planten belasting (7.5 kN/m<sup>2</sup>)

Bomen zouden we dan op kolommen kunnen plaatsen; we horen dan wel graag van jullie waar die zitten.

Het hoogteverschil tussen parkeerdak en de vloer van de nieuwbouw moet natuurlijk nog wel opgevangen worden.

Dat zal dan deels worden gedaan met EPS – dus zo creëren we wel de 90 cm maar is dit niet een volle belasting voor je dak (30 cm EPS / 60 cm substraat).

EPS is een duur materiaal dus we willen hier zo efficiënt mogelijk mee omgaan en geen onnodige hoogtes aanhouden. Daar hebben we al rekening mee gehouden in het ontwerp.

\* Er zijn substraten die minder zwaar wegen, maar je levert daarbij altijd in op kwaliteit en aanwezige voedingsstoffen. Iets wat we dus niet aanraden, maar we wel in ons achterhoofd houden mochten we beperkt worden in de belasting.

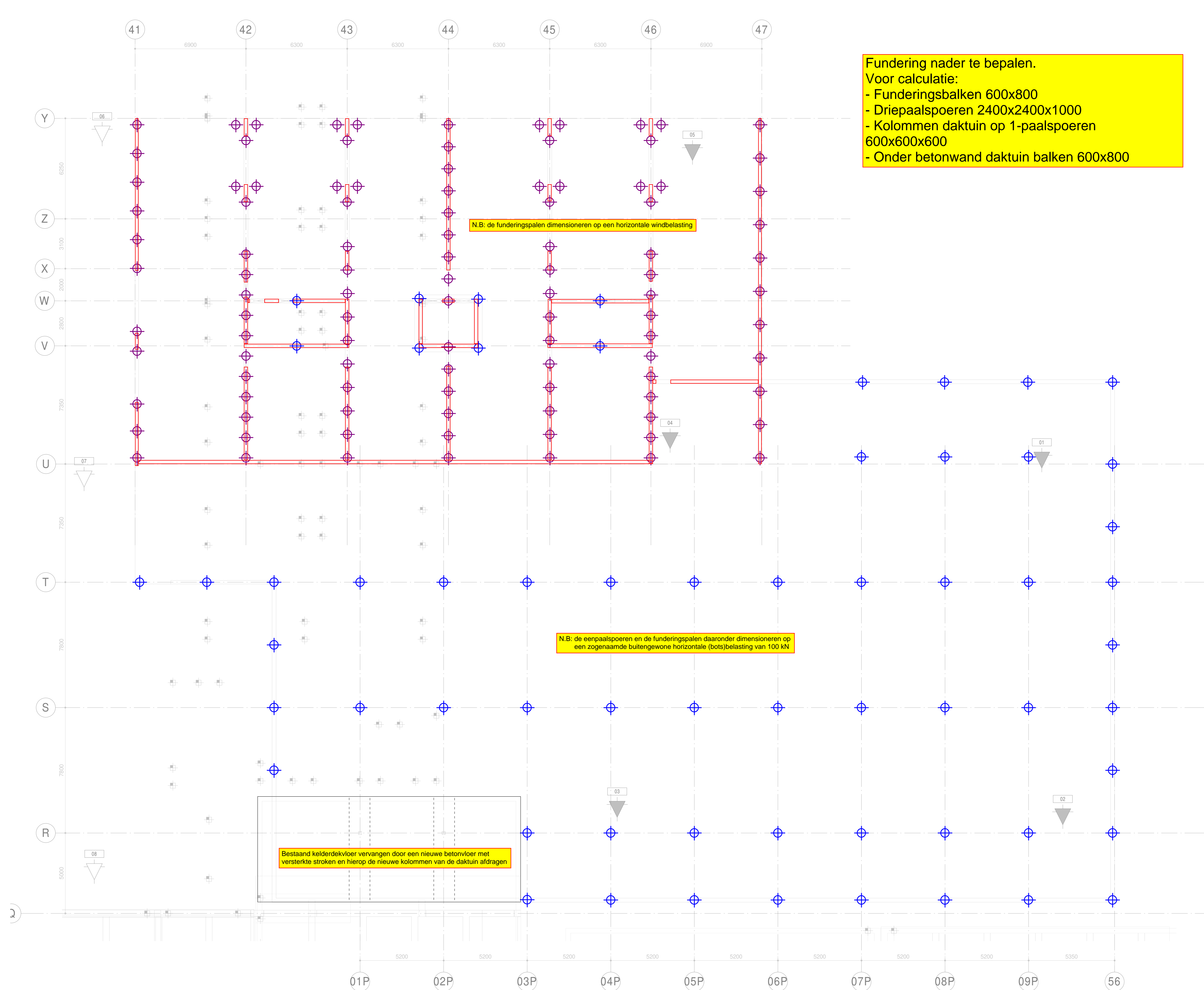
\*\* Bij alle typeringen is uitgegaan van de wenselijke situatie. Door onze ervaring weten we dat je ook met zo'n 10 cm minder af zou kunnen – we passen dan hier onder andere onze soortkeuze op aan.

Volgens mij heb ik zo je vragen beantwoord, zo niet dan weet je me te vinden.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]  
[REDACTED]

## **BIJLAGE IV: Indicatie paalfundering (palenstippenplan)**



Fundering nader te bepalen.  
 Voor calculatie:  
 - Funderingsbalken 600x800  
 - Driepaalspoeren 2400x2400x1000  
 - Kolommen daktuin op 1-paalspoeren 600x600x600  
 - Onder betonwand daktuin balken 600x800

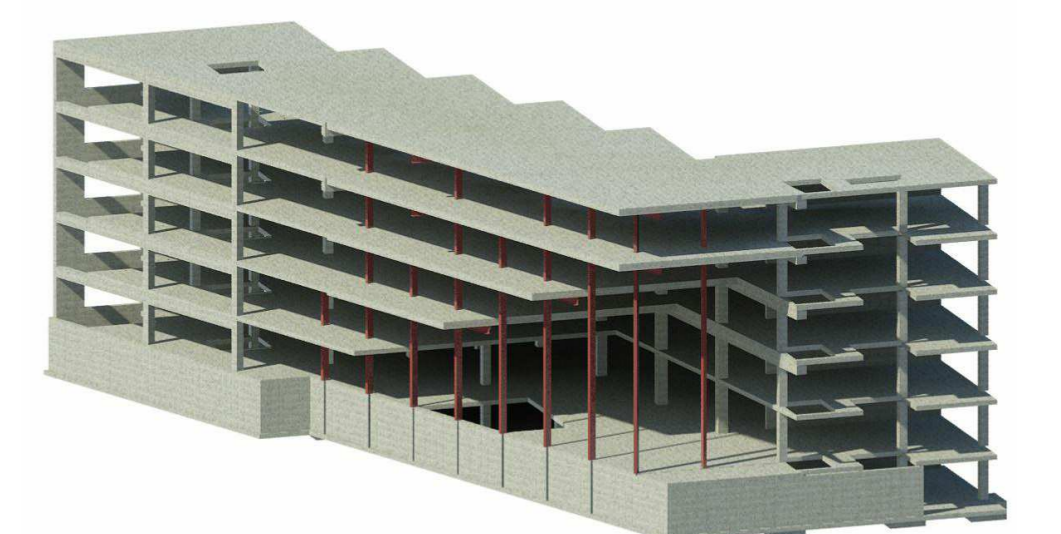
- 800 kN
- 1200 kN
- 1600 kN
- 2000 kN

N.B.: de funderingspalen dimensioneren op een horizontale windbelasting

N.B.: de eenpaalspoeren en de funderingspalen daaronder dimensioneren op een zogenaamde buitengewone horizontale (bots)belasting van 100 kN

Bestaand kelderdekplaat vervangen door een nieuwe betonvloer met versterkte stroken en hierop de nieuwe kolommen van de daktuin afdragen

Voor constructieve uitgangspunten zie rapport 5250-DO-01



**IMd**  
 Raadgevende Ingenieurs

Postbus 56521  
 3007 AA Rotterdam  
 Pkstraat 77  
 3071 EL Rotterdam  
 t 010 201 23 60  
 e imd@imd.nl  
 www.imd.nl

**Schiehoven te Rotterdam**  
 Diamant OG IV BV : project  
 : opdrachtgever  
 : architect

5250 : projectnummer  
 : projectleider  
 : projecttekenaar

: omschrijving wijziging  
 : datum wijziging

**Stippenplan**  
 : onderdeel  
 1:100 : schaal  
 A0 [1189x841] : papierformaat  
 : datum

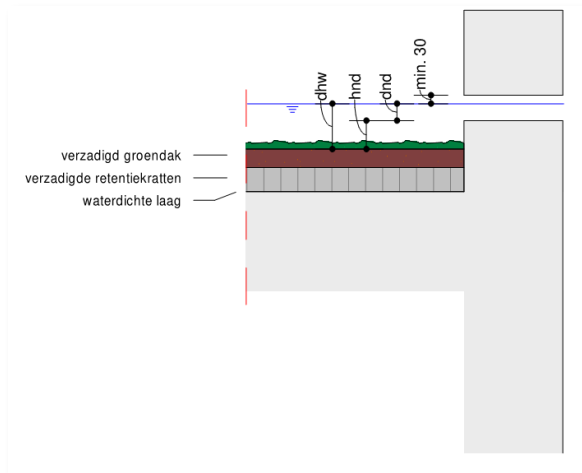
**DO 1.01V** : fase-tekeningnaam-versie

**BIJLAGE V: Tabel t.b.v. bepaling afmeting spuwers**

In het constructief ontwerp is wateraccumulatie als belasting op de dakconstructie niet meegenomen. Als deze belasting op het dak voorkomen moet worden dienen rondom een dakvlak voldoende spuwers te worden toegepast. De hoeveelheid benodigde spuwers zijn middels onderstaand stappenplan en onderstaande tabellen te bepalen. Tabellen zijn gebaseerd op NEN-EN 1991-1-3 Hoofdstuk 7

De maximale waterhoogte ( $d_{hw}$ ) op het dak van het nieuwe appartementengebouw volgend uit de aangehouden belastinguitgangspunten is 100 mm. Indien de dakrand lager is dan de maximale waterhoogte, zijn spuwers niet nodig.

## Spuwer rechthoek met waterretentie:

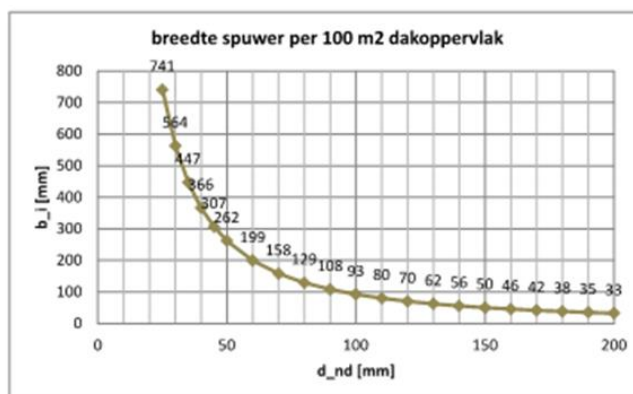


- Stap 1. Bepaal het oppervlak (A in m<sup>2</sup>) dat naar een gevel afwatert.
- Stap 2. Bepaal de hoogte van de spuwer ten opzichte van de dakafwerking (h<sub>nd</sub>).
- Stap 3. Bepaal d<sub>nd</sub>:  
Dit is de maximale waterhoogte verminderd met de positie van de spuwer (d<sub>hw</sub>-h<sub>nd</sub>)  
De hoogte van de spuwer is minimaal d<sub>nd</sub>+30 mm
- Stap 4. In onderstaande tabel is de minimale breedte (b<sub>i</sub>) bij aangehouden waterstand per referentieoppervlak van 100 m<sup>2</sup> af te lezen.
- Stap 5 Bepaal de totale benodigde breedte bij aanwezige dakoppervlak (A):  $b = A/100 * b_i$

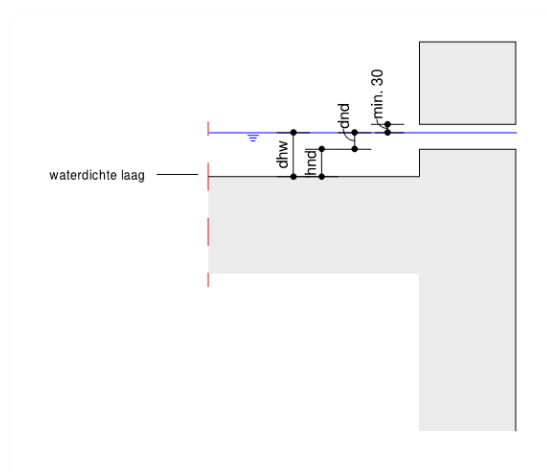
Er kan gekozen worden voor meerdere kleine spuwers of enkele grote. De spuwers mogen met een maximale h.o.h. afstand van 30m worden toegepast.

Tabel benodigde spuwerbreedte bij aangehouden waterstand per 100 m<sup>2</sup> dak oppervlak:

d <sub>nd</sub> (in mm)	b per 100m <sup>2</sup> (in mm)
25	741
30	564
35	447
40	366
45	307
50	262
60	199
70	158
80	129
90	108
100	93
110	80
120	70
130	62
140	56
150	50
160	46
170	42
180	38
190	35
200	33



## Spuwer rechthoek zonder waterretentie:

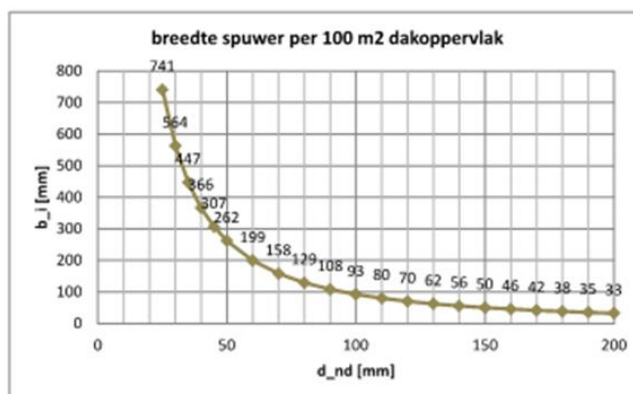


- Stap 1. Bepaal het oppervlak (A in m<sup>2</sup>) dat naar een gevel afwatert.
- Stap 2. Bepaal de hoogte van de spuwer ten opzichte van de dakafwerking (h<sub>nd</sub>).
- Stap 3. Bepaal d<sub>nd</sub>:  
Dit is de maximale waterhoogte verminderd met de positie van de spuwer (d<sub>hw</sub>-h<sub>nd</sub>)  
De hoogte van de spuwer is minimaal d<sub>nd</sub>+30 mm
- Stap 4. In onderstaande tabel is de minimale breedte (b<sub>i</sub>) bij aangehouden waterstand per referentieoppervlak van 100 m<sup>2</sup> af te lezen.
- Stap 5 Bepaal de totale benodigde breedte bij aanwezige dakoppervlak (A):  $b = A/100 * b_i$

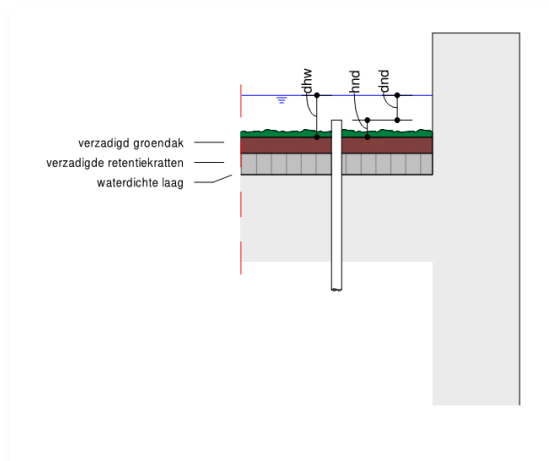
Er kan gekozen worden voor meerdere kleine spuwers of enkele grote. De spuwers mogen met een maximale h.o.h. afstand van 30m worden toegepast.

Tabel benodigde spuwerbreedte bij aangehouden waterstand per 100 m<sup>2</sup> dak oppervlak:

d <sub>nd</sub> (in mm)	b per 100m <sup>2</sup> (in mm)
25	741
30	564
35	447
40	366
45	307
50	262
60	199
70	158
80	129
90	108
100	93
110	80
120	70
130	62
140	56
150	50
160	46
170	42
180	38
190	35
200	33



## Spuwer rond met waterretentie:



- Stap 1. Bepaal het oppervlak ( $A$  in  $m^2$ ) dat naar een gevel afwatert.
- Stap 2. Bepaal de hoogte van de spuwer ten opzichte van de dakafwerking ( $h_{nd}$ ).
- Stap 3. Bepaald  $d_{nd}$ :  
Dit is de maximale waterhoogte vermindert met de positie van de spuwer ( $d_{hw}-h_{nd}$ )
- Stap 4. In onderstaande tabel is het dakoppervlak dat een spuwer kan voorzien, af te lezen.
- Stap 5 Bepaal de benodigde hoeveelheid spuwens ( naar boven afronden):  $n = A / A_{spuwer}$

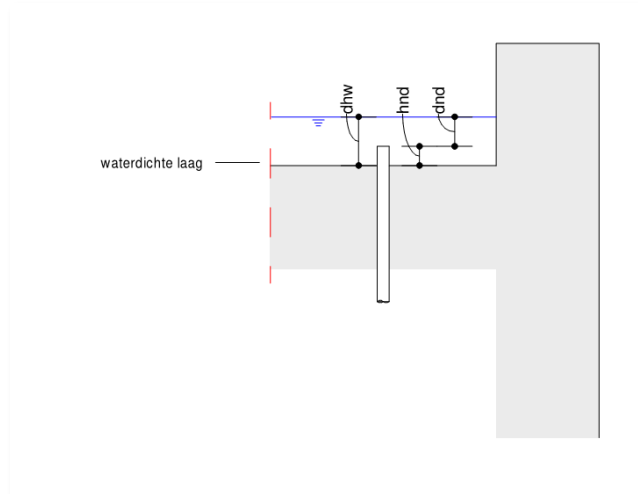
Er kan gekozen worden voor meerdere kleine spuwens of enkele grote. De spuwens mogen met een maximale h.o.h. afstand van 30m worden toegepast.

$A_{spuwer}$

$d_{nd}$ (in mm)	ø125	ø160
25	59	76
30	78	100
35	98	126
40	120	154
45	143	183
50	168	215
55	193	248
60	220	282
65	234	318
70	234	356
75	234	395
80	234	435
85	234	436
90	234	436
95	234	436
100	234	436
110	234	436
120	234	436
130	234	436
140	234	436
150	234	436
160	234	436
170	234	436
180	234	436
190	234	436
200	234	436

Totaal dakoppervlak per spuwer ( $A_{spuwer}$ ):

## Spuwer rond zonder waterretentie:



- Stap 1. Bepaal het oppervlak ( $A$  in  $m^2$ ) dat naar een gevel afwatert.  
 Stap 2. Bepaal de hoogte van de spuwer ten opzichte van de dakafwerking ( $h_{nd}$ ).  
 Stap 3. Bepaald  $d_{nd}$ :  
 Dit is de maximale waterhoogte vermindert met de positie van de spuwer ( $d_{hw} - h_{nd}$ )  
 Stap 4. In onderstaande tabel is het dakoppervlak dat een spuwer kan voorzien, af te lezen.  
 Stap 5 Bepaal de benodigde hoeveelheid spuwers ( naar boven afronden):  $n = A / A_{spuwer}$

Er kan gekozen worden voor meerdere kleine spuwers of enkele grote. De spuwers mogen met een maximale h.o.h. afstand van 30m worden toegepast.

$A_{spuwer}$

$d_{nd}$ (in mm)	ø125 117	ø160 150
25	59	76
30	78	100
35	98	126
40	120	154
45	143	183
50	168	215
55	193	248
60	220	282
65	234	318
70	234	356
75	234	395
80	234	435
85	234	436
90	234	436
95	234	436
100	234	436
110	234	436
120	234	436
130	234	436
140	234	436
150	234	436
160	234	436
170	234	436
180	234	436
190	234	436
200	234	436

Totaal dakoppervlak per spuwer ( $A_{spuwer}$ ):