

Constructieve uitgangspunten

Project Timber

08-07-2024

Toegepaste materialen (tenzij anders aangegeven)

Staal ($t_f \leq 40$ mm)	:	Walsprofielen,	kwaliteit S235	$f_{y,k}$	=	235 N/mm ²
		Kokers en Buizen	kwaliteit S355	$f_{y,k}$	=	355 N/mm ²
Bouten (gerolde draad)	:	Ankers	kwaliteit 4.6	$f_{y,k}$	=	240 N/mm ²
		Bouten	kwaliteit 8.8	$f_{y,k}$	=	640 N/mm ²
Hout	:	LVL	Kerto-S	$f_{m,0,edge,k}$	=	44 N/mm ²
				$f_{m,0,flat,k}$	=	50 N/mm ²
				E_0	=	13800 N/mm ²
				E_{90}	=	430 N/mm ²
			Kerto-Q (27 - 75 mm)	$f_{m,0,edge,k}$	=	32 N/mm ²
				$f_{m,0,flat,k}$	=	36 N/mm ²
				E_0	=	10500 N/mm ²
				E_{90}	=	2000 N/mm ²
		Spaanplaat	Durelis V313 (10 mm)	$f_{m,0,k}$	=	15 N/mm ²
				E	=	3500 N/mm ²
		Durelis V313 (18 mm)	$f_{m,0,k}$	=	13 N/mm ²	
			E	=	3300 N/mm ²	
Beton	:	Sterkteklasse	kwaliteit C20/25	$f_{b,k}$	=	20 N/mm ²
Betonstaal	:	Standaard	kwaliteit B500A	$f_{y,k}$	=	500 N/mm ²

Doorbuigingen en horizontale verplaatsingen

Wij wijzen opdrachtgever en/of eindgebruiker erop dat de bruikbaarheidsgrenstoestand m.b.t. doorbuigingen en horizontale verplaatsingen wordt getoetst aan onderstaande waarden. Indien hiermee niet akkoord wordt gegaan, dient contact opgenomen te worden met de constructeur.

Voor de maximale verticale doorbuigingen worden - tenzij anders aangegeven - de volgende uitgangspunten gehanteerd:

$$\text{Plat dak en dakterras} \quad : \quad w_{\text{bij}} \leq 0,004 * L$$

$$w_{\text{tot}} \leq 0,004 * L$$

$$\text{Vloeren} \quad : \quad w_{\text{bij}} \leq 0,003 * L$$

$$w_{\text{tot}} \leq 0,004 * L$$

Voor de maximale horizontale verplaatsingen worden - tenzij anders aangegeven - de volgende uitgangspunten gehanteerd:

$$\text{Totale bouwwerk} \quad : \quad w_{\text{hor}} \leq H/500$$

$$\text{Verdieping} \quad : \quad w_{\text{hor}} \leq h/300$$

Trillingen

Wij wijzen opdrachtgever en/of eindgebruiker erop dat de bruikbaarheidsgrenstoestand m.b.t.trillingen wordt getoetst aan onderstaande waarden. Indien hiermee niet akkoord wordt gegaan, dient contact opgenomen te worden met de constructeur.

Eigenfrequentie	f_i	\geq	8Hz
Doorbuging door 1 kN puntlast	a	\leq	1 mm/kN
Snelheidsrespons	v	\leq	$120^{(f_1 \cdot \xi - 1)} \text{ m}/(\text{Ns}^2)$

Verticale samenhang

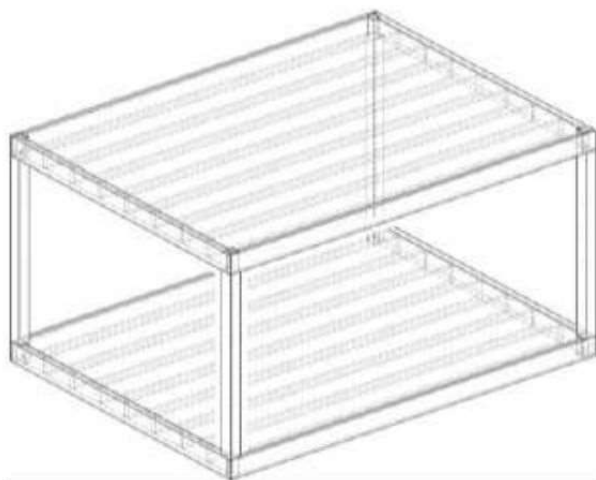
Het bouwwerk wordt opgebouwd uit modules. Iedere module wordt in horizontale richting samengesteld uit een houten balklaag aan de boven- en onderzijde. Op de kopse zijden van deze balklagen worden houten hoofdbalken toegepast voor afdracht van de verticale belastingen uit de sub- en randbalken naar de hoekpunten van de module. De verticale verbinding tussen de balklagen wordt uitgevoerd d.m.v. 4 houten kolommen op de hoekpunten.

De verbindingen tussen de houten balklagen aan de bovenzijde (plat dak of plafond) en onderzijde (vloer) met de houten kolommen dragen de optredende verticale belastingen af naar de kolommen.

De modules worden gestapeld waarbij de kolommen boven elkaar worden gepositioneerd. De verticale belastingafdracht is als volgt geregeld:

Module	:	door hoofd- en randbalken naar kolommen
Bouwwerk	:	door kolommen naar fundering

N.B. i.p.v. een modulekolom kan een massieve wand worden toegepast.



figuur: principe module

Horizontale samenhang

De horizontale stabiliteit wordt verzorgd door schijfwerking van het plat dak, de plafonds, de vloeren en de systeemwanden. Als constructieve beplating is 33mm Kerto-Q bij de vloeren, 100 of 60mm Kerto-Q bij de massieve wanden en 18mm Durelis V313 bij de overige elementen toegepast.

Posities van de stabiliteitswanden zoals aangegeven op de constructieoverzichten.

Het plat dak is gekoppeld aan de stabiliteitswanden welke zijn verankerd aan de vloeren. De begane-grondvloer is horizontaal en verticaal verankerd op de fundering.

Brand

Voor dit bouwwerk geldt een functionele eis van 90 tot 120 minuten. Gedurende deze periode mag het bouwwerk niet bezwijken en dient de constructieve weerstand van de hoofddraagconstructie voldoende te zijn om voortschrijdende instorting te voorkomen.

In de basis wordt de hoofddraagconstructie beschermd tegen brand door de toepassing van brandwerende beplating, rekening houdend met eventuele toegestane inbranding van het element..

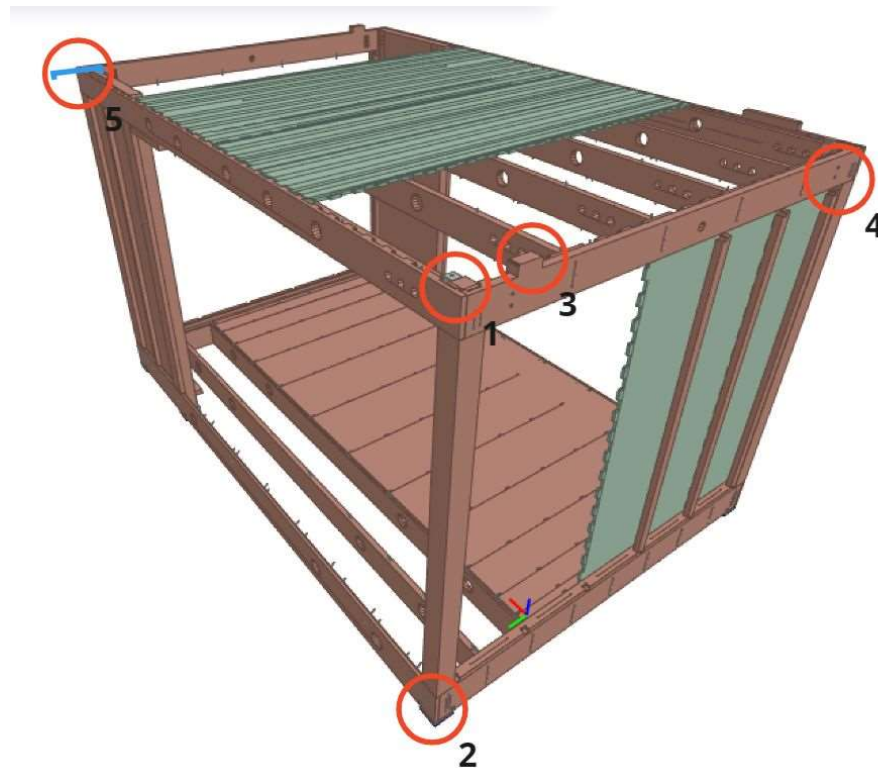
Voor zover van toepassing worden de onderdelen van de hoofddraagconstructie gecontroleerd op de constructieve weerstand bij brand.

De eisen en randvoorwaarden m.b.t. brand dienen i.o.m. een brandadviseur en/of het bevoegd gezag te worden bepaald en/of beoordeeld.

2e draagweg

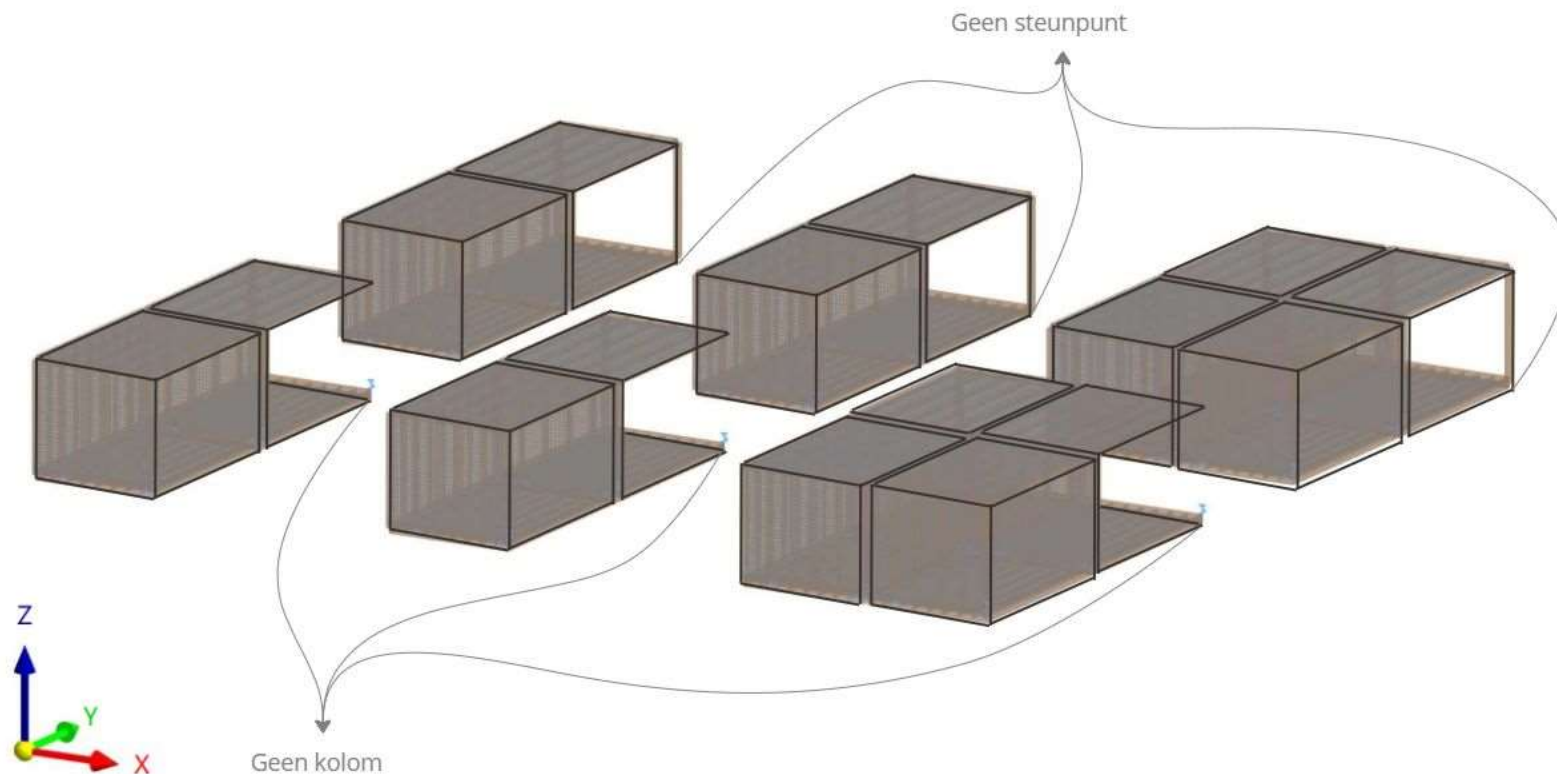
De robuustheid van het gebouw als geheel wordt verzorgd door de robuustheid van de afzonderlijke modules, inclusief (koppelingen met) aangrenzende modules. Tussen twee aangrenzende modules zijn zowel horizontale als verticale koppelingen aanwezig zoals in de volgende pagina's in detail beschreven. Deze bestaan uit:

1. Verticale trekankers tussen de kolommen
2. Verticale koppelingen met de fundering
3. Horizontale afschuifnokken tussen de plafond- en vloerbalken van bovengelegen modules
4. Horizontale trekankers tussen de plafondbalken over een woningscheidende wand
5. Horizontale trekbanden tussen de plafondbalken binnen 1 woning
6. Verschroevingen van de plafond- en vloerbalken van aangrenzende modules binnen 1 woning



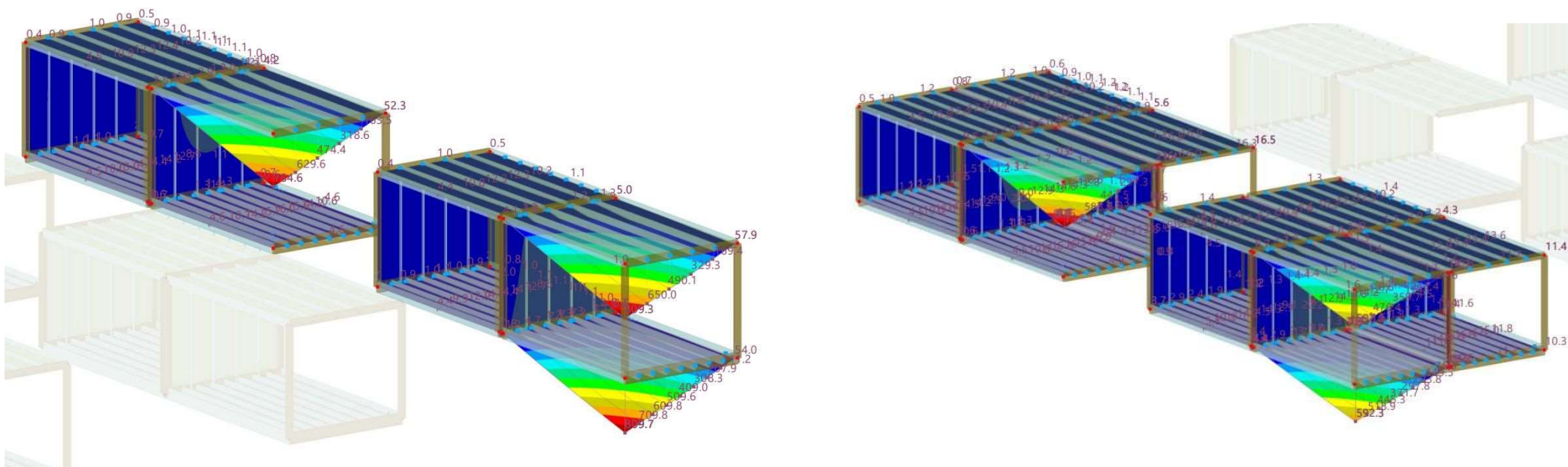
2e draagweg

Onderstaand zijn een aantal scenario's bekeken van (combinaties van) modules waarbij steeds ofwel 1 hoekkolom ofwel 1 steunpunt is verwijderd. Hieruit blijkt de situatie met alleen 2 in de lengterichting aangrenzende modules maatgevend, waarbij er geen stabiliserende elementen in de module waarbij de kolom of het steunpunt is verwijderd aanwezig zijn, behalve een woningscheidende wand aan de korte zijde.



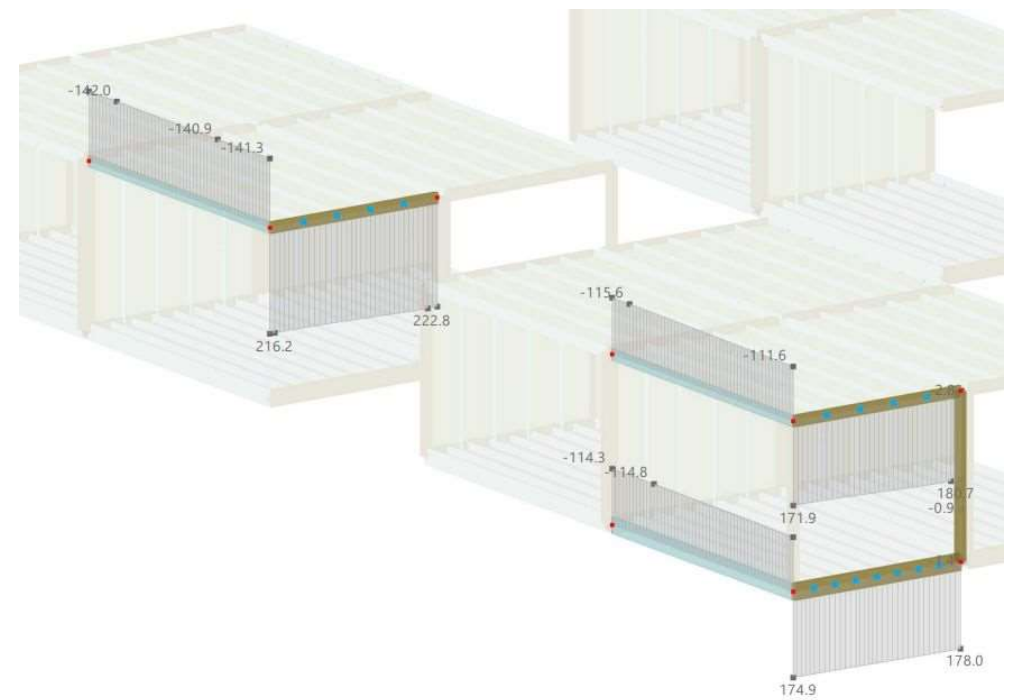
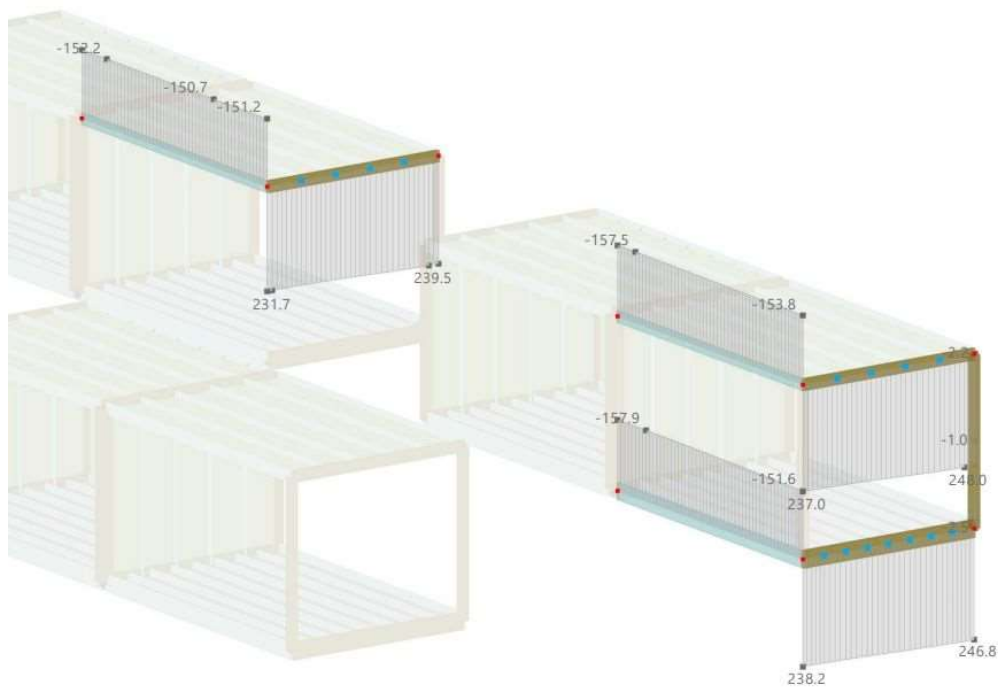
2e draagweg

In deze situatie blijft de module stabiël, met optredende krachten in de modulekoppelingen die binnen de maximale capaciteit van deze verbindingen blijven (2-4kN) en vervormingen welke beheersbaar lijken (tot 800mm verzakking van het vloer- en plafondelement). Bij meerdere aangrenzende modules reduceert dit tot 600mm verzakking:



2e draagweg

Optredende rotaties zijn maximaal 240 mRad oftewel 14 graden bij twee aangrenzende modules en 175 mRad oftewel 10 graden bij meerdere modules:



2e draagweg

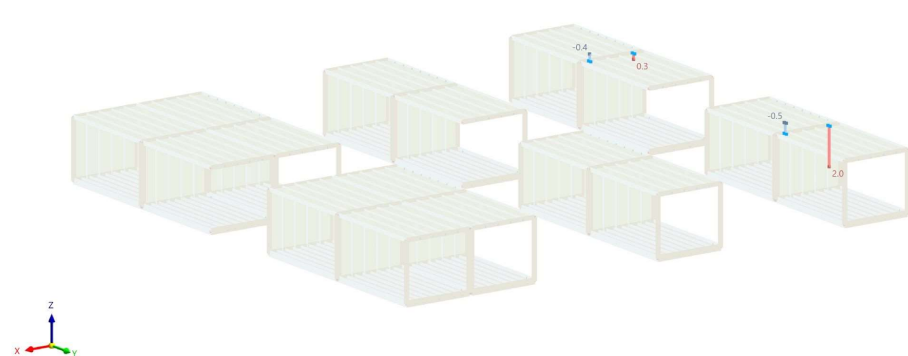
Optredende trekkrachten op de modulekoppelingen op plafondniveau ter plaatse van woningscheidende wanden zijn maximaal 2kN. Ter plaatse van direct aangrenzende modules welke verschroefd worden is dit maximaal 2 tot 4 kN/m. Beiden zijn ruim lager dan de capaciteit van de standaard verbindingen.

A BG1: SNEDEKRACHTEN N, IN AXONOMETRISCHE RICHTING

Zichtbaarheidsmodus
BG1: Eigen Gewicht
Statische Berekening
Krachten N [kN]

Statische Berekening

In Axonometrische Richting

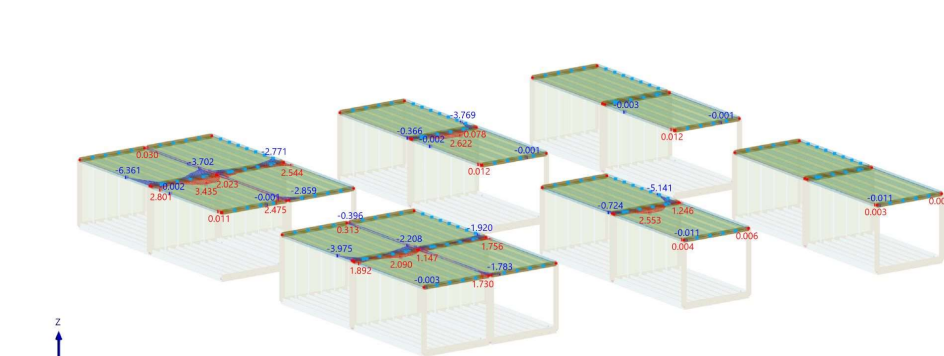


A BG1: KRACHTEN V_y , IN AXONOMETRISCHE RICHTING

Zichtbaarheidsmodus
BG1: Eigen Gewicht
Statische Berekening
Krachten v_y [kN/m]

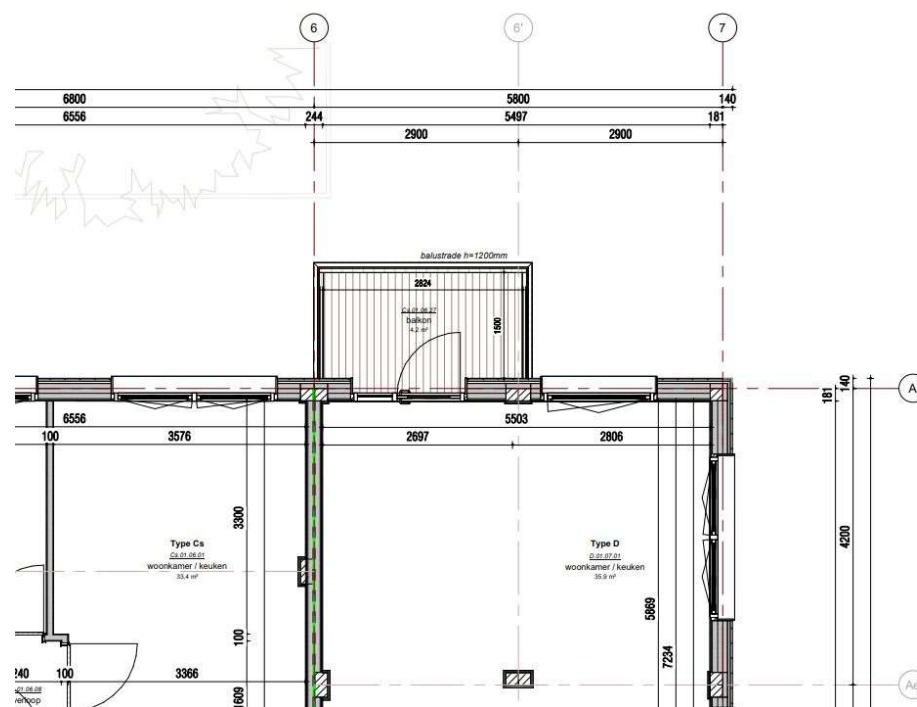
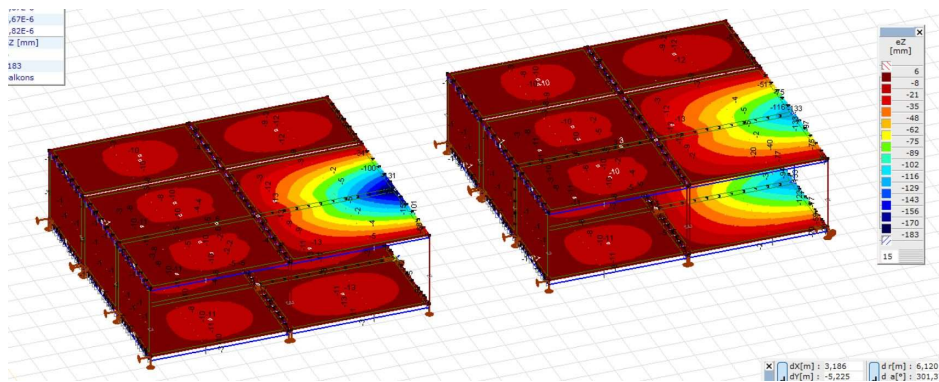
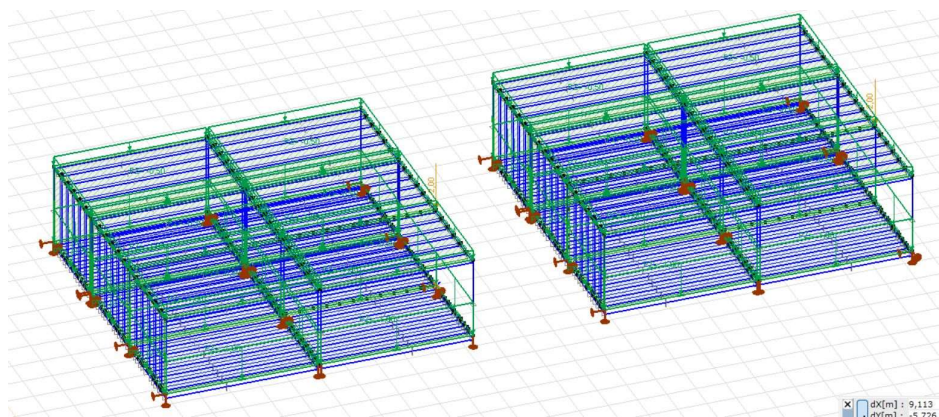
Statische Berekening

In Axonometrische Richting



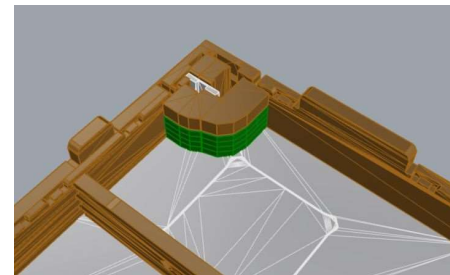
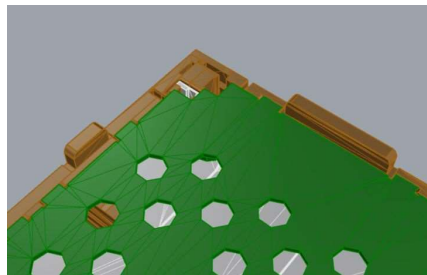
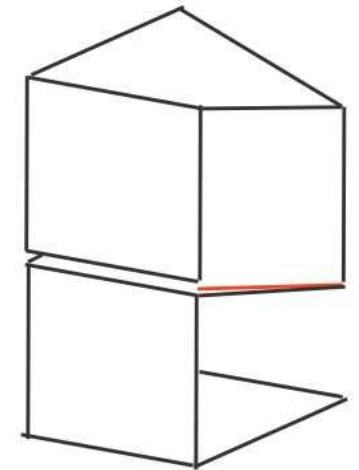
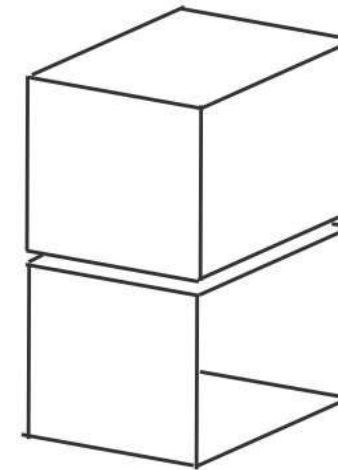
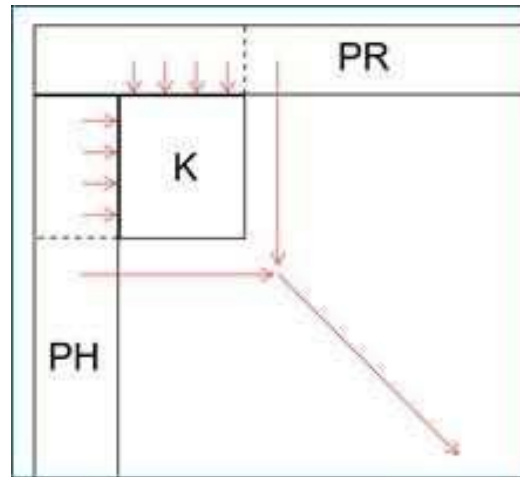
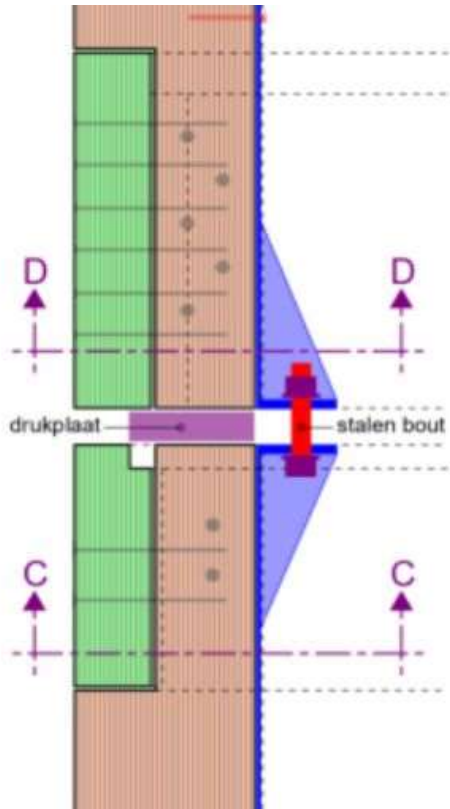
2e draagweg

De situatie ter plaatse van balkons is nooit maatgevend, aangezien deze niet in de hoeken van het gebouw geplaatst zijn, waardoor er altijd aan weerszijden een aangrenzende module aanwezig is om de krachten te herverdelen. Hiermee zijn de optredende vervormingen ondanks de extra belasting uit het balkon significant lager (max 200mm ipv 600mm):



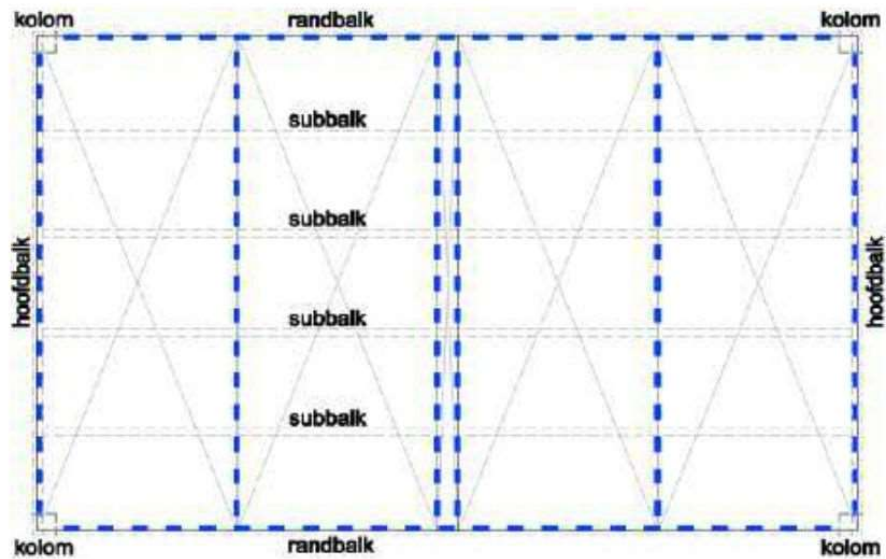
2e draagweg

Bij deze hoekverdraaiingen ter plaatse van de balkaansluitingen is het mogelijk (en wellicht aannemelijk) dat de schroefverbinding met de kolom is bezweken. Voor de plafondbalken hoeft dit geen nadelig effect te hebben, aangezien deze in een inkassing op de kolom liggen. Bij de vloerbalken zouden deze wel los van de kolom komen en op de onderliggende kolomkop/plafondbalk terecht komen, danwel gedragen worden door de combinatie van vloerplaat en achterliggende randbalk:



Plafonds

Bij de plafondschilden zijn zowel de langs- als de tussennaden van het beschoot uitgevoerd door middel van nokverbindingen. Het beschoot is (praktisch) doorgeschroefd op de houten balken.

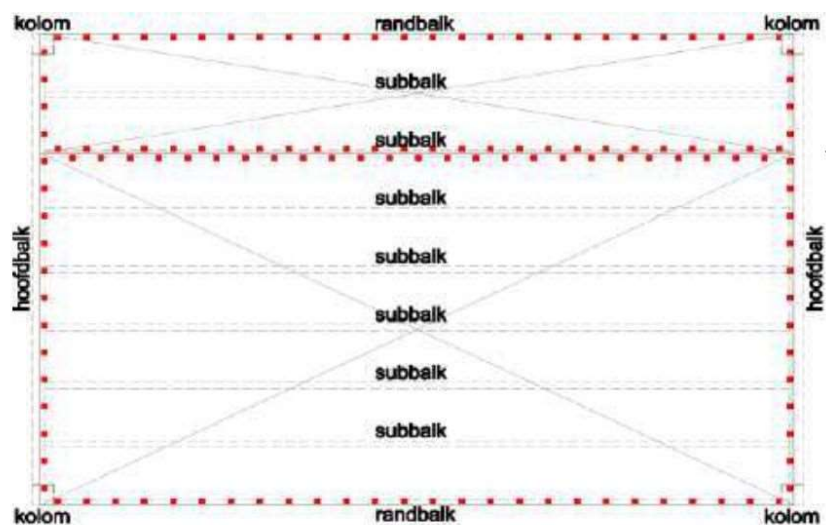


— — — — — = nokverbinding

figuur: schuifverbindingen plafondschild

Vloeren

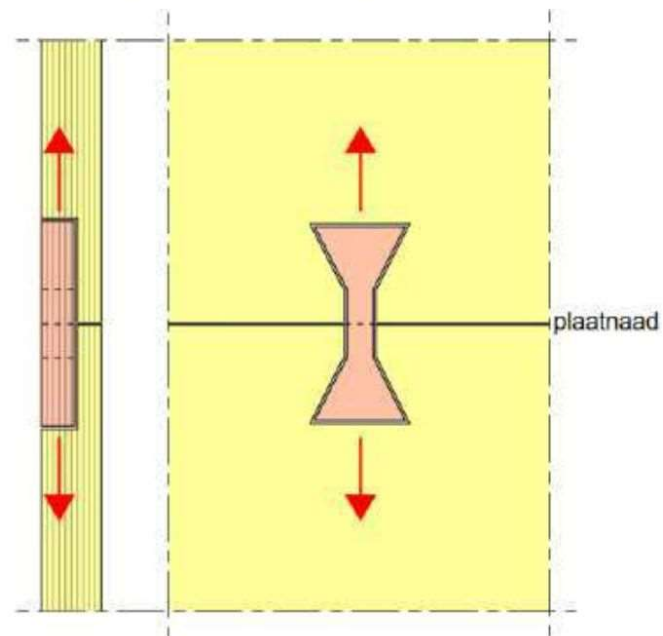
Bij de vloerschijven zijn zowel de langs- als de tussennaden van het beschoot uitgevoerd door middel van schroefverbindingen.



figuur: schuifverbindingen vloerschijf

..... = schroefverbinding

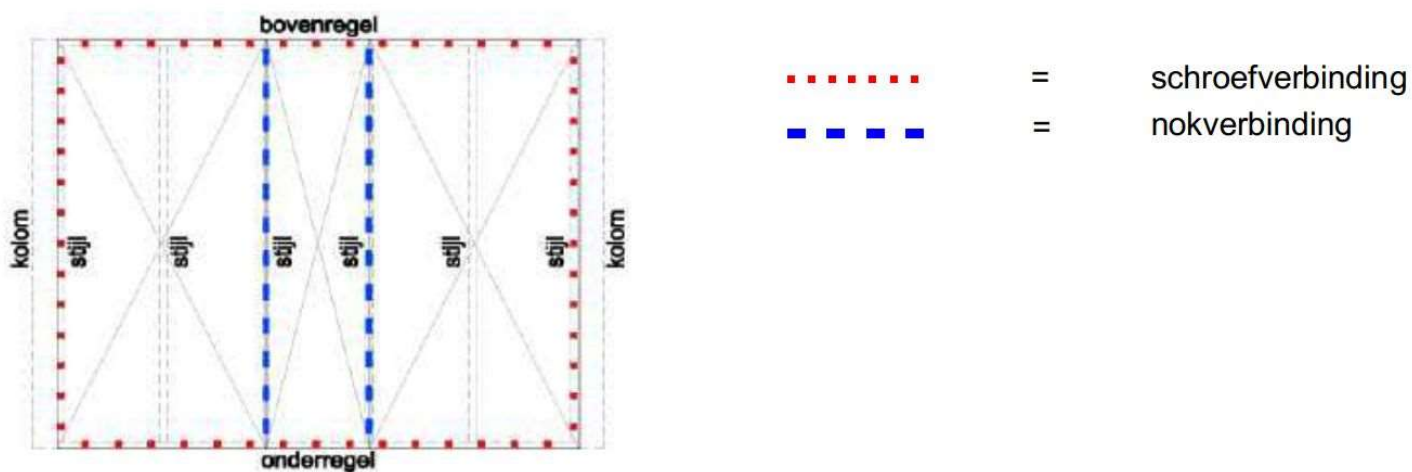
vloerplaten onderling trekvast verbinden t.p.v. plaatnaad d.m.v. koppelklossen met 'dubbele zwaluwstaarten' (o.g.) volgens onderstaand principe



figuur: koppelklos met dubbele zwaluwstaart

Zijgevels en bouwmuren

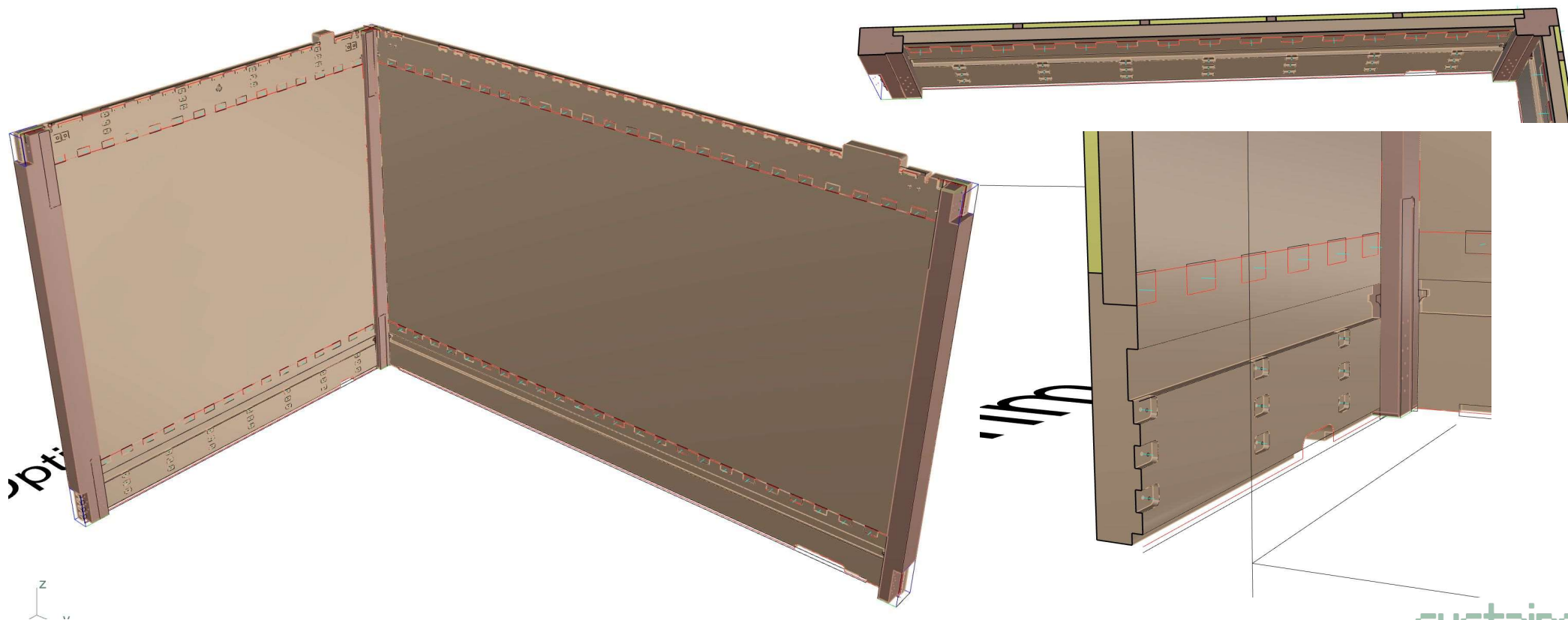
Bij de wandschijven in de zijgevels en bouwmuren zijn de langsnaden van het beschot uitgevoerd door middel van schroefverbindingen. Voor de tussennaden betreft dit nokverbindingen welke (praktisch) zijn doorgeschroefd tegen het 'uitknikken' van het beschot. Het beschot is in verticale richting verankerd op de gevelstijlen. Links en rechts zijn deze stijlen doorgeschroefd op de kolommen. In horizontale richting wordt het beschot doorgeschroefd. Aan de onderzijde is dit een regel op de hoofd- en randbalk van het vloerelement en aan de bovenzijde een rand- of hoofdbalk van het plafond- of dakelement.



figuur: schuifverbindingen wandschijf
(zijgevels en bouwmuren)

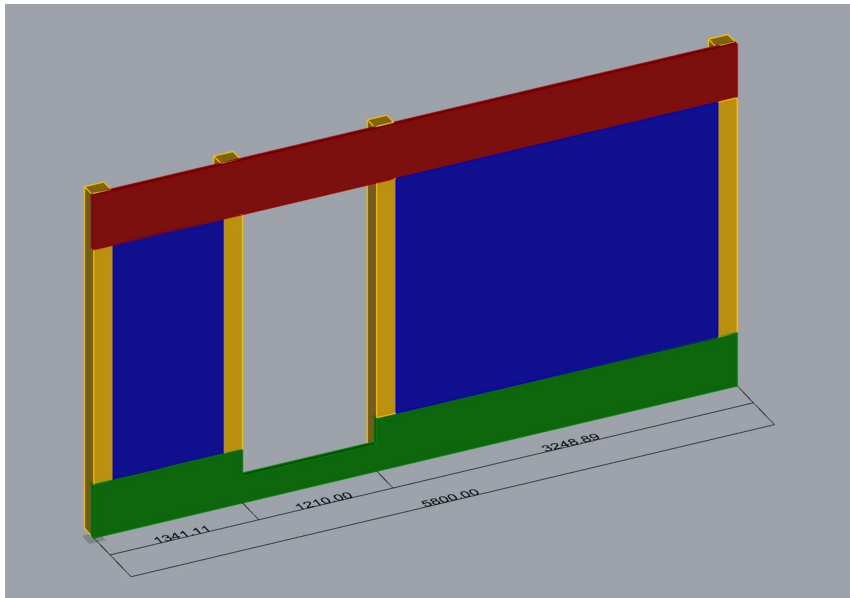
Massieve wanden

Waar nodig kunnen de stabiliteitswanden worden uitgevoerd als een massieve Kerto Q plaat van 60 of 100mm dikte. De aansluitingen op de omliggende kolommen en vloer- en plafondbalken zijn uitgevoerd d.m.v. nokverbindingen, waarbij de vloerbalk is verhoogd om de massieve wanden uit 1 stuk te kunnen maken. Tenzij anders aangegeven worden de massieve wanden dus uitgevoerd zonder tussennaden.



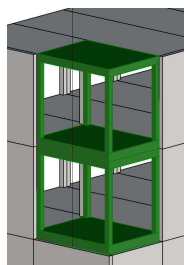
Massieve wanden

In het geval van een deursparing in een massieve wand wordt deze uitgevoerd dmv een verhoogde (500mm) doorgaande plafondbalk en een plaatselijk verlaagde vloerbalk zoals onderstaand weergegeven. Hiermee zal er een (gedeeltelijke) samenwerking tussen de 2 afzonderlijke wanden ontstaan.

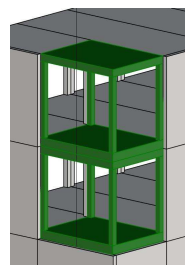
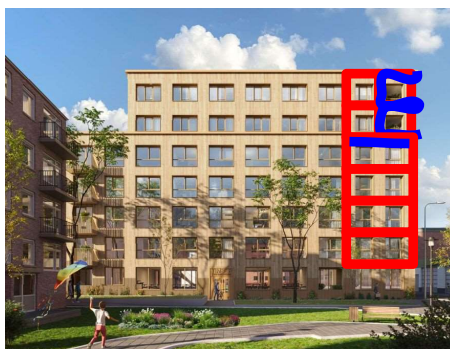


Loggia's

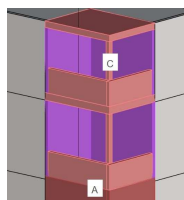
Op de bovenste 2 verdiepingen worden loggia's toegepast, welke op verschillende manieren uitgevoerd kunnen worden (de definitieve keuze wordt in een later stadium uitgewerkt):



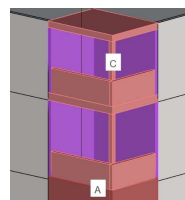
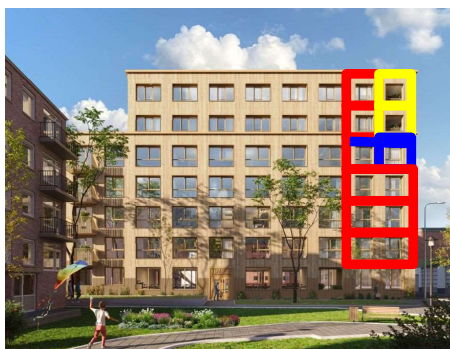
Optie 1 > loggia als module
(met kolom op verdieping 1-4)



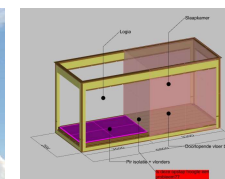
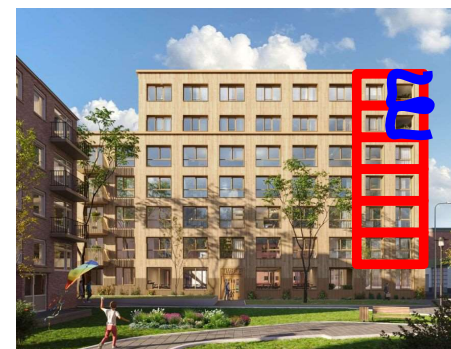
Optie 2 > loggia als module
(met verzwaaarde balk op verd. 4)



Optie 3 > loggia als galerij/dakterras
(met extra kolommen op verd. 1-4)



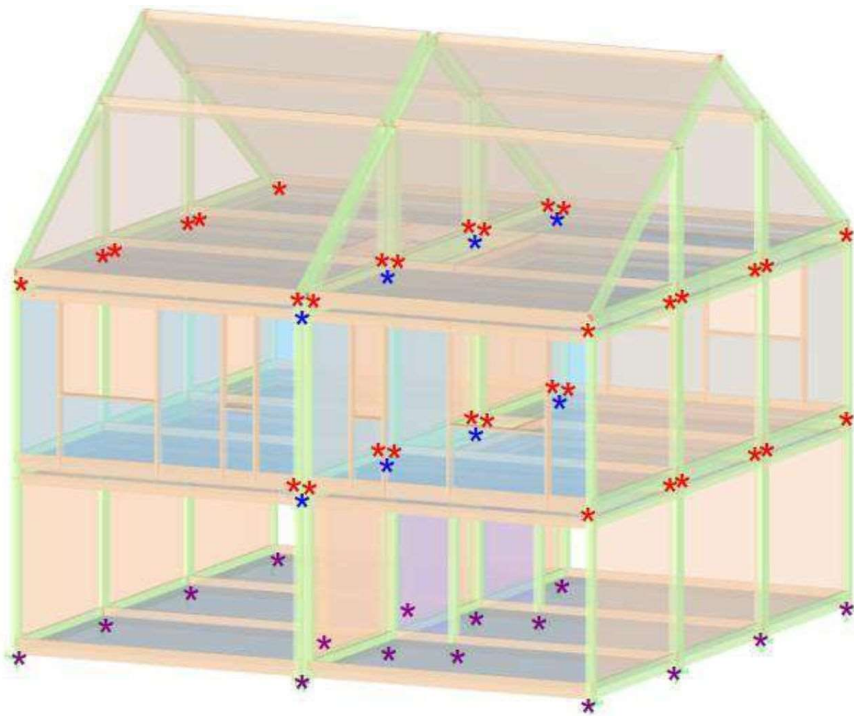
Optie 4 > loggia als galerij/dakterras
(met extra kolommen op verd. 4 en verzwaaarde balk op verd. 3)



Optie 5 > loggia in grote module

Koppelingen modules

Onderstaand zijn de posities van de verticale en horizontale koppelingen tussen de modules globaal weergegeven in een fictief bouwwerk



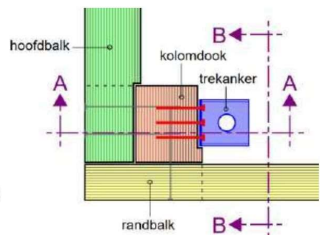
- * = stapeldetail kolom
- * = horizontaal koppeldetail
- * = funderingsdetail

figuur: posities koppelingen modules

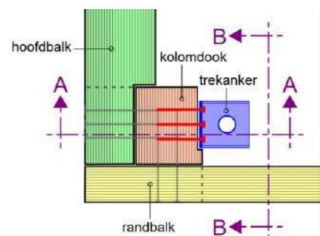
Stapeldetail kolommen

De kolommen of massieve wanden, hoofdbalken en randbalken van op elkaar gestapelde modules worden onderling verbonden t.p.v. de kolommen of wandeindes van de massieve wanden.

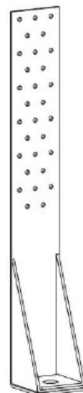
Voor overdracht van normaalkracht wordt een vulplaat (t.b.v. druk) en een stalen anker (t.b.v. trek) toegepast. De horizontale belastingen worden overgebracht d.m.v. afschuifnokken tussen de hoofd- en randbalken van plafond- en vloerelementen. De koppelingen worden uitgevoerd volgens onderstaande principes.



figuur: doorsnede C-C
(t.h.v. plafond)

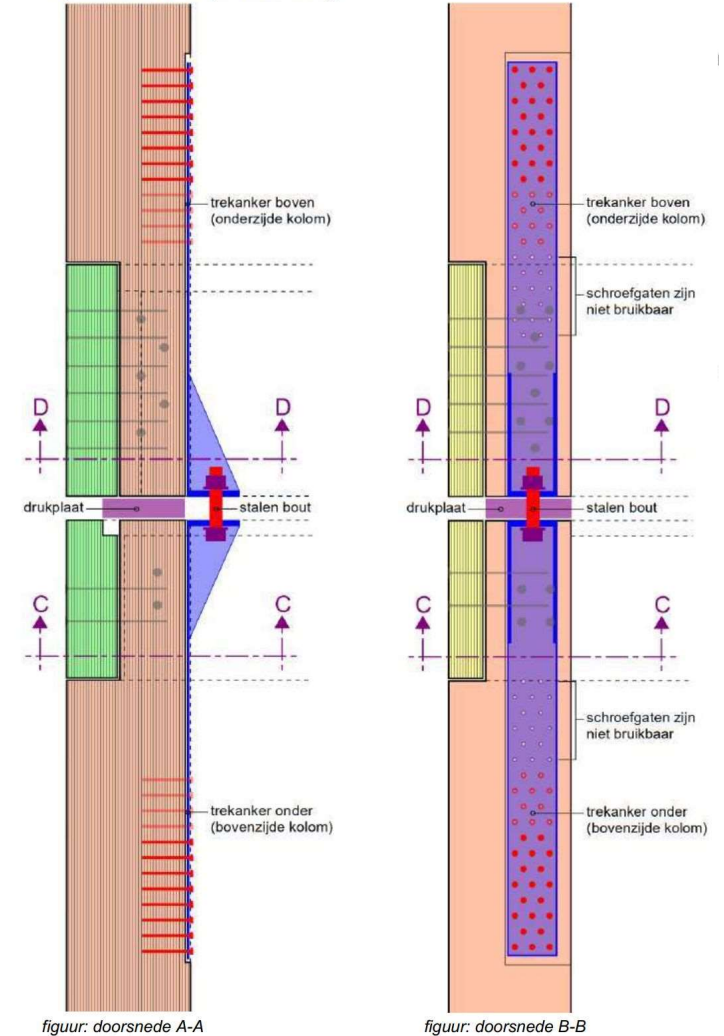


figuur: doorsnede D-D
(t.h.v. vloer)



figuur: principe trekanker

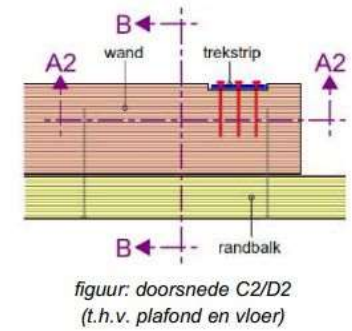
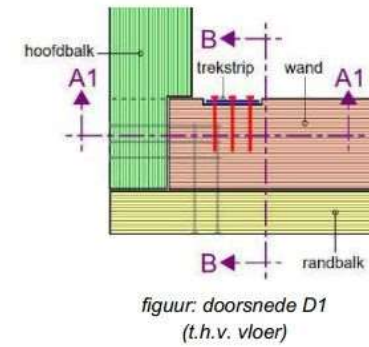
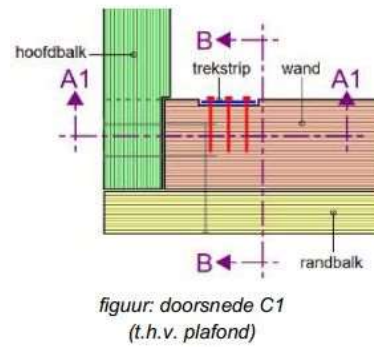
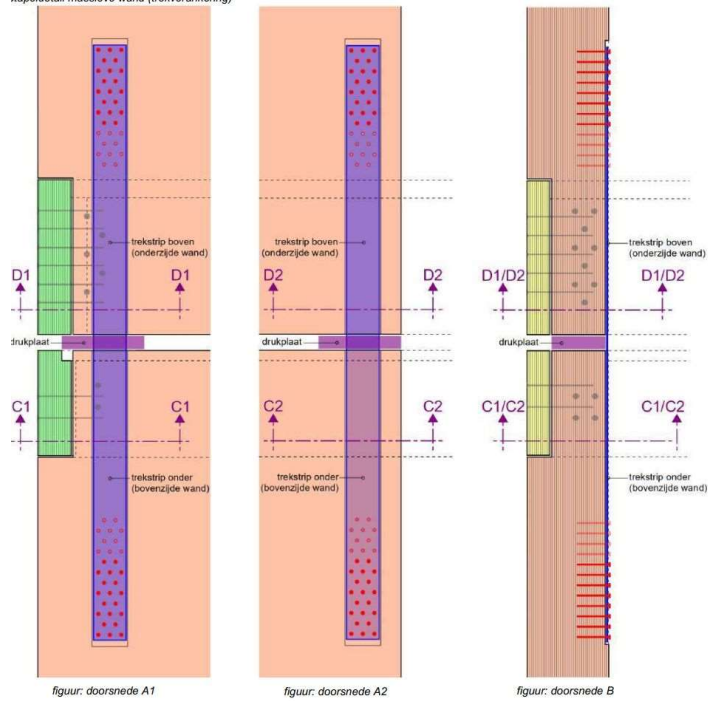
- Stapeldetail kolommen (trekverankering)



Stapeldetail massieve wanden

Ter plaatse van een massieve wand langs een (trap)sparing wordt onderstaand detail toegepast.
In overige situaties wordt de trekstrip vervangen door het trekanker zoals bij de kolommen.

negatieve momenten en grote plastische momenten



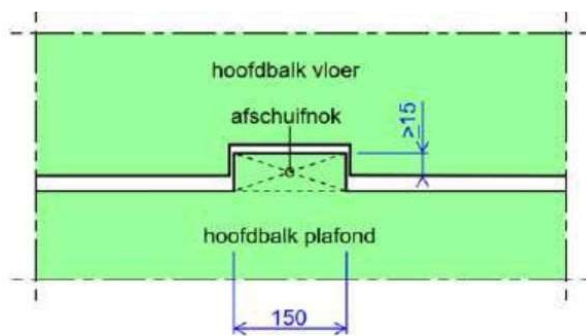
Afschuifnok hoofdbalk

De afschuifnok wordt toegepast t.p.v. de hoekpunten van de module.

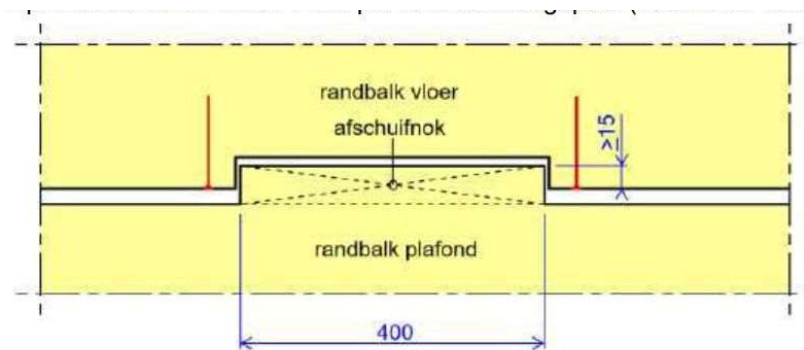
T.p.v. gevels worden 2 nokken per hoofdbalk toegepast.

Op posities waar modules onderling aansluiten wordt 1 nok per hoofdbalk toegepast.

T.p.v. bouwmuren wordt 1 nok per hoofdbalk toegepast.



figuur: principe afschuifnok hoofdbalk



figuur: principe afschuifnok randbalk

Opmerking:
Versterking randbalk vloer i.v.m. 'keepwerking'

Afschuifnok randbalk

De afschuifnok wordt toegepast t.p.v. de hoekpunten van de module.

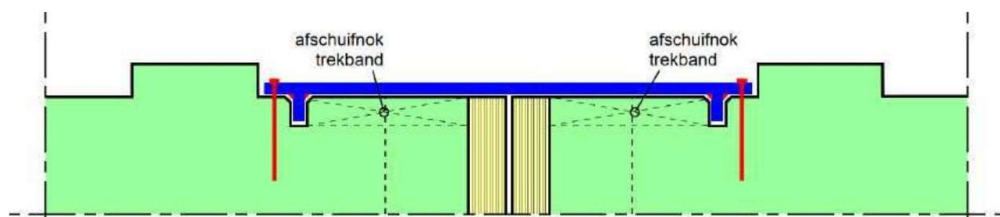
T.p.v. gevels worden 2 nokken per hoofdbalk toegepast.

Op posities waar modules onderling aansluiten wordt 1 nok per hoofdbalk toegepast.

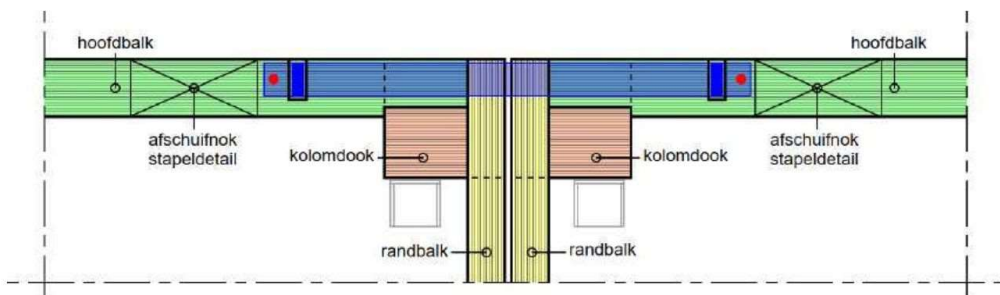
T.p.v. bouwmuren wordt 1 nok per randbalk toegepast (voor zover van toepassing).

Trekband

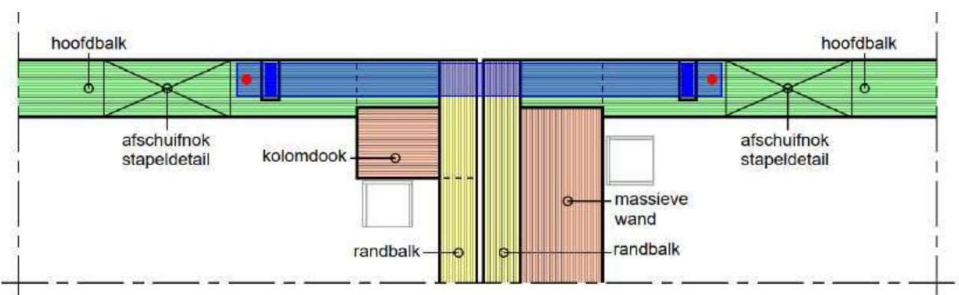
De modules worden langs de randen van de plat-dak- en plafondschijsen onderling verbonden i.v.m. het doorkoppelen van de trekband. De koppelingen worden uitgevoerd d.m.v. stalen strippen met aangepaste lippen t.p.v. de uiteinden. De lippen worden in infrezingen in de hoofd- of randbalken geplaatst. Overdracht van de trekkracht vindt plaats d.m.v. stuik van de aangelaste lippen op de afschuifnok van de hoofd- of randbalk. Onderstaand zijn de principedetails van de trekband weergegeven.



figuur: positie trekstrip t.p.v. hoofdbalk (zijaanzicht)



figuur: positie trekstrip t.p.v. hoofdbalk (bovenaanzicht)
(situatie met 2 kolommen)



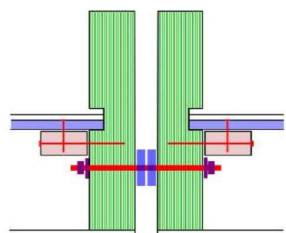
figuur: positie trekstrip (bovenaanzicht)
(situatie met kolom en massieve wand)

Horizontaal koppeldetail

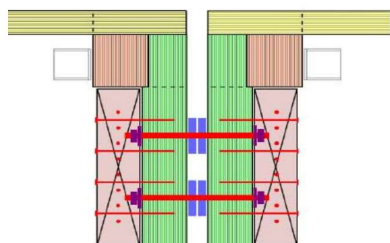
De woningen worden horizontaal doorgekoppeld voor het verdelen van de horizontale belastingen op de gevels (winddruk-, zuiging en -wrijving) en het dak (windwrijving). De koppelingen worden naast de modulekolommen toegepast t.h.v. de plafonds en het plat dak.

De koppelingen tussen de hoofdbalken worden uitgevoerd volgens onderstaande principes met:

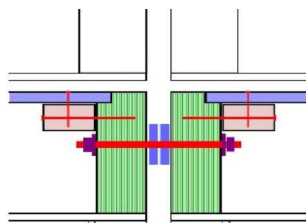
- T.b.v. trekkracht : 2 x anker (o.g.)
- T.b.v. drukkracht : kunststof drukplaat (o.g.)



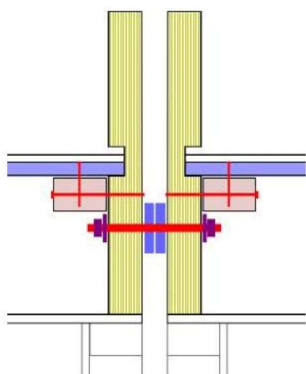
figuur: koppeldetail hoofdbalk
plat dak (zijaanzicht)



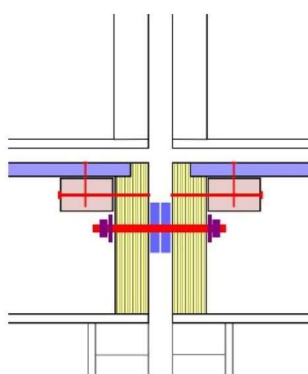
figuur: koppeldetail hoofdbalk
plat dak en plafond (hoofdaanzicht)



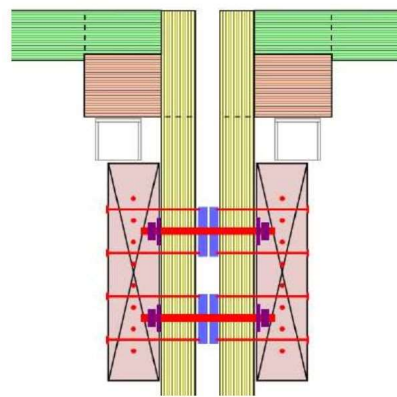
figuur: koppeldetail hoofdbalk
plafond (zijaanzicht)



figuur: koppeldetail randbalk
plat dak (zijaanzicht)



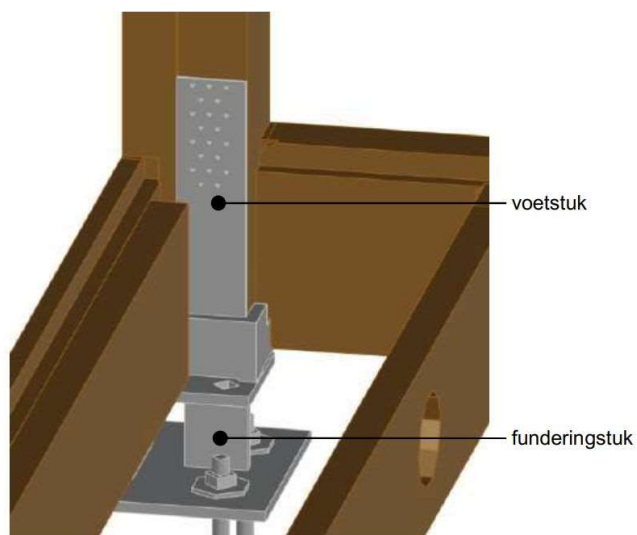
figuur: koppeldetail randbalk
plafond (zijaanzicht)



figuur: koppeldetail randbalk
plat dak en plafond (bovenaanzicht)

Funderingsdetail

De verankeringen van de modules op de fundering worden uitgevoerd d.m.v. een stalen funderingsanker bestaande uit een fundering- en voetstuk. Op iedere kolom en t.p.v. de wandeinden van massieve stabiliteitswanden wordt een stalen voetstuk toegepast. Dit voetstuk wordt verankerd op het houten element en d.m.v. nokken afgesteund op de rand- en hoofdbalk. De verbinding tussen het funderings- en voetstuk wordt uitgevoerd d.m.v. een stalen doek en bout. Per funderingsstuk worden 1,2 of 4 voetstukken (en kolommen) verankerd. De koppelingen worden uitgevoerd volgens onderstaand principe



figuur: principe funderingsdetail (1 kolom)



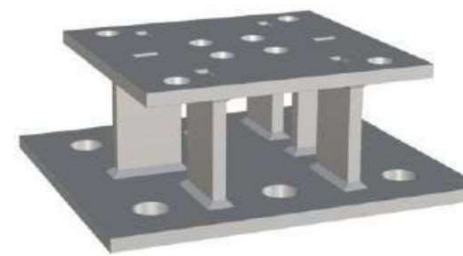
figuur: principe voetstuk



figuur: principe funderingstuk 'kwart taart' (t.b.v. 1 kolom)



figuur: principe funderingstuk 'halve taart' (t.b.v. 2 kolommen)



figuur: principe funderingstuk 'halve taart' (t.b.v. 4 kolommen)