

APPARTEMENTENGEBOUWEN

constructieve aandachtspunten

Documentnummer : 4034-014-001/A

Opgesteld door : Adviesbureau Brekelmans
Adres : Wilhelminasingel 102
Postcode : 6221 BL
Plaats : Maastricht
Telefoon : 043-3254637
Auteur : WG

Status :
Versie : A
Datum : 2020-12-03

INHOUD

INLEIDING	3
ALGEMEEN CONSTRUCTIEF	3
ASPECTEN	3
STABILITEIT EN VERTICALE BELASTINGAFDRACHT	3
BRANDWERENDHEID	4
ROBUUSTHEID	5
Indicatie appartementengebouwen t/m 4 bouwlagen (CC2a)	8
Indicatie appartementengebouwen vanaf 5 bouwlagen (CC2b)	10
CONSTRUCTIEVE VERBINDINGEN WANDEN	13
VBK (lijm-)verbindingen	13
Mechanische verbindingen	14
VLOEREN	17
BALKONS en galerijen	19
WAPENING ELEMENTEN	21
Betondekking	21
Specifieke zaken (detailleringsregels wapening)	21
Wandliggers	22
SCHOORSTEMPELS	23
KOZIJNVERANKERINGEN	24

INLEIDING

In deze notitie zijn door Adviesbureau Brekelmans aandachtspunten vastgelegd m.b.t. de constructie gegeven voor het maken van prefab beton casco's van appartementengebouwen.

Bouwfysische zaken als contact- en luchtgeluid zijn hierin niet opgenomen.
Hiervoor indien noodzakelijk advies inwinnen bij bouwfysisch adviseur.

ALGEMEEN CONSTRUCTIEF

Voor de appartementen is het Bouwbesluit en de daarin aangestuurde normen van kracht.

Anders dan bij grondgebonden eengezinswoningen gelden voor appartementen andere, zwaardere eisen.

Beoogde appartementengebouwen: **gevolgklasse CC2**

ASPECTEN

- Stabiliteit
- Verticale belastingafdracht
- Brandwerendheid
- Robuustheid (!)
- Constructieve verbindingen wanden/gevels
- Bevestigen/dragen balkons
- Vloeren (voorkomen inklemming)
- Detaillering wapening
- Tijdelijke schoren
- kozijnverankeringen

STABILITEIT EN VERTICALE BELASTINGAFDRACHT

- Gewoon per geval berekenen - heel veel mogelijkheden.
- VBK dan niet direct de oplossing en ook niet echt maakbaar: lijmvoeg niet in elkaar te trekken → alternatief = mechanische verbindingen
- Beukbrede gevelelementen (rondom gesloten!) bieden goede oplossing.
Elementen dan wel voor vloer langs.
- Gevelelementen tussen vloeren = niet beukbreed te maken omdat onderlatei ontbreekt.

BRANDWERENDHEID

- R(EI) 90 voor gebouwen t/m 4 bouwlagen
- R(EI) 120 voor hogere gebouwen

Heeft bij beton gevolgen op bijv. betondekking resp. op hoeveelheid wapening (zie hfdst. "wapening elementen").

In 5.4.2 van NEN-EN 1992-1-2(NB) zijn voor massieve dragende wanden wanddiktes in tabelvorm gegeven, waarbij mag zijn aangenomen dat deze voldoen bij de daarbij vermelde brandwerendheid.

Toelichting m.b.t. wanddikte 250 mm (dragende wanden)

In tabel 5.4 van NEN-EN1992-1-2(NB) is bij een standaardbrandwerendheid REI 120, $\mu_{fi} = 0.70$, vrije hoogte $\leq 40 \cdot$ wanddikte en blootstelling aan twee zijden, een minimum wanddikte van 220 mm gegeven. Daar μ_{fi} altijd kleiner is dan 0.70, mag worden gesteld dat de wanddikte ≥ 220 te allen tijde voldoende is voor REI 120.

Toelichting m.b.t. wanddikte 150 mm (kopgevel en gevelelementen)

In tabel 5.4 van NEN-EN1992-1-2(NB) is bij een standaardbrandwerendheid REI 120, $\mu_{fi} = 0.35$, vrije hoogte $\leq 40 \cdot$ wanddikte en blootstelling aan twee zijden, een minimum wanddikte van 150 mm gegeven.

Bij dragende kopgevels in gebouwen vanaf 5 bouwlagen echter opletten met penanten en lateien. Om aan de R(EI) 120 te voldoen is dan veelal een wanddikte van **200 mm** nodig!

ROBUUSTHEID

Constructie moet zo worden gemaakt, dat ook bij niet-bekende oorzaken van bezwijken van een constructie-onderdeel, voortschrijdend instorten worden voorkomen.

De systeemcomponenten en de constructieve verbindingen zijn in staat bij buitengewone belastingcombinaties (Bouwbesluit artikel 2.3), zoals een gasexplosie [1], een stootbelasting door een voertuig enz., voortschrijdende instorting te voorkomen.

De doelstelling van Bouwbesluit artikel 2.3 is, dat voortschrijdende instorting als gevolg van een buitengewone belastingcombinatie niet mag optreden.

[1] Gasexplosie i.v.m. gasloos bouwen meestal niet meer van toepassing.

Stootbelasting door voertuigen blijft mogelijk.

Let op: naarmate gebouw korter bij rijweg kunnen hierdoor voorzieningen nodig zijn in dragende eindmuren/kopgevels op de begane grond (denk aan extra stekken naar fundering en verdiepingsvloer).

- **Max. 4 bouwlagen**

Bij grondgebonden eengezinswoningen en appartementengebouwen t/m 4 bouwlagen is dit niet noodzakelijk.

Gewoon dimensioneren op basis van de optredende belastingen en trekkoppelingen toepassen voor schijfwerkingen enz.

Let wel:

- bij appartementen met gasgestookte installaties dient rekening te worden gehouden met de kans op een gasexplosie (zal bij nieuwbouw eigenlijk niet meer voorkomen)
- tevens rekening te houden met kans op aanrijden vanaf rijweg

Hiervoor mogelijk ook extra koppelingen (stekken)/trekbanden enz.

- **5 of meer bouwlagen**

Horizontale trekbanden in de vloeren in beide richtingen (NEN-EN 1992-1 en bijlage A van NEN-EN 1991-1-7) en verticale trekbanden

- koppelstaven // overspanningsrichting
- koppelstaven evenwijdig aan dragende wanden
- verticale trekbanden = wapening in wanden en stekken/gains! (behoorlijk veel!)

NB. bij kalkzandsteen metselwerkbouw hoeft dit volgens de NB vooralsnog niet omdat:

Bijlage A moet als informatief zijn gelezen, met dien verstande dat de uitwerkingen in A.5 tot en met A.7 die betrekking hebben op metselwerkconstructies tot en met acht verdiepingen niet van toepassing zijn.

Reden:

bij gemetselde constructie = kleine elementen = wand raakt gedeeltelijk ontzet, maar niet helemaal

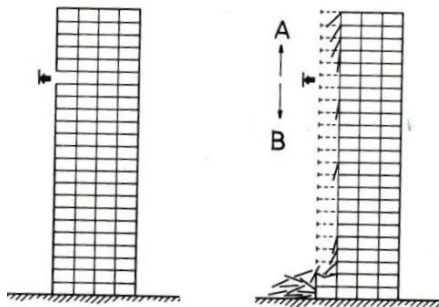
bij prefab = grote elementen = bezwijken een element groot gevolg = wegklappen heel element reële mogelijkheid

Dus op zich wel enigszins te verklaren.

Reden van deze uitsluiting was destijds ook dat anders heel veel woongebouwen in NL anders niet meer zouden voldoen aan de norm.

Redenen robuustheid:

- Voorkomen dat bij bezwijken van een onderdeel een onevenredig groot gedeelte van het gebouw instort.
- Alles begonnen met Ronan Point (UK-1968):
 - Prefab gebouw waarbij door gasexplosie een dragende wand weg valt en vervolgens verschillende verdiepingen instorten

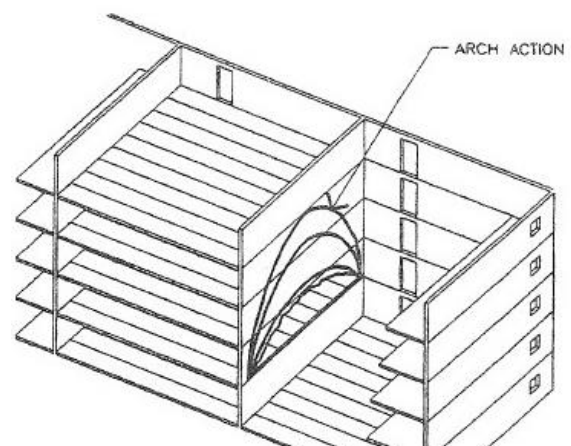
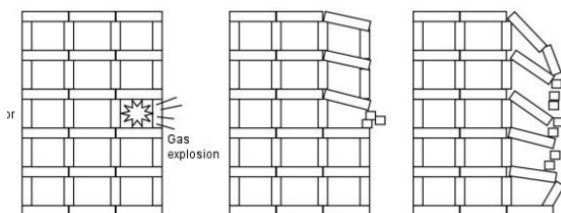


A : als gevolg van wegvallen
van de ondersteuning
B : als gevolg van belasting
door neervallend puin

- primaire schade voortgaande instorting

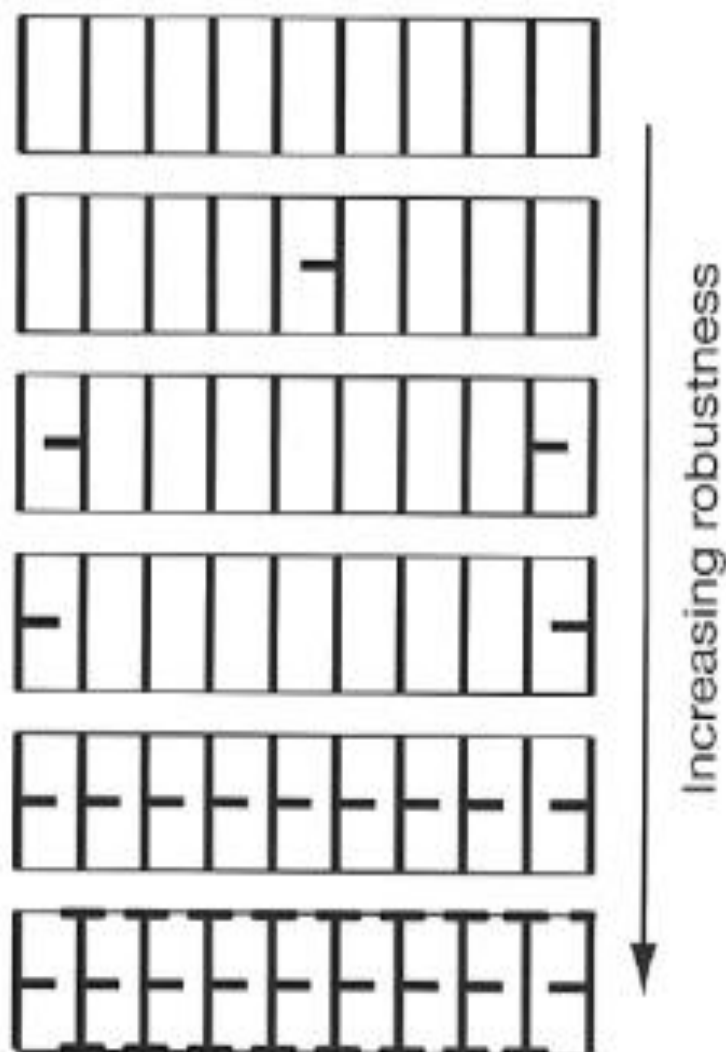


Achterliggende gedachten:



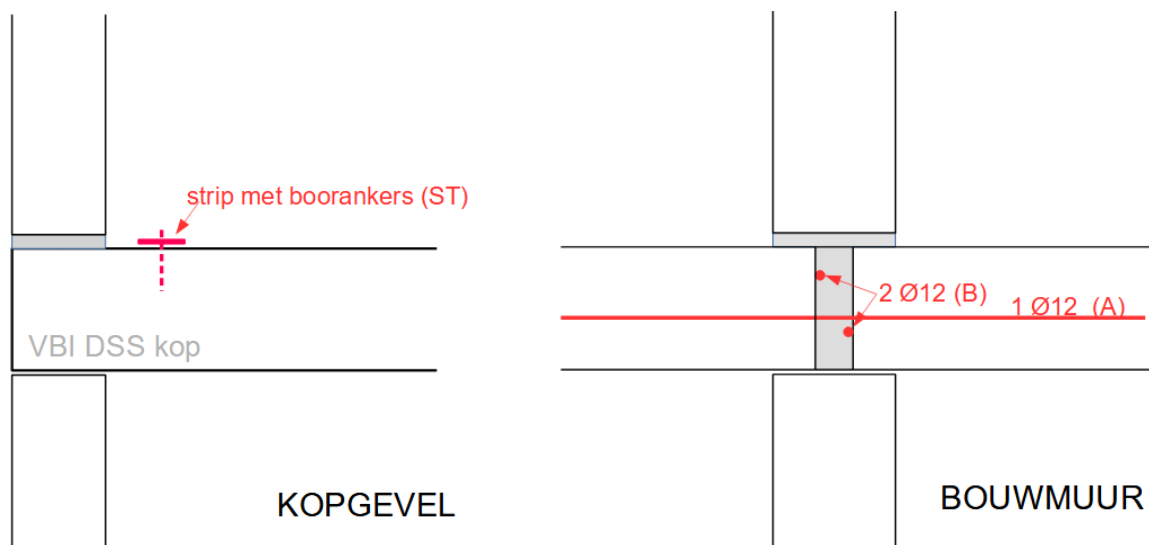
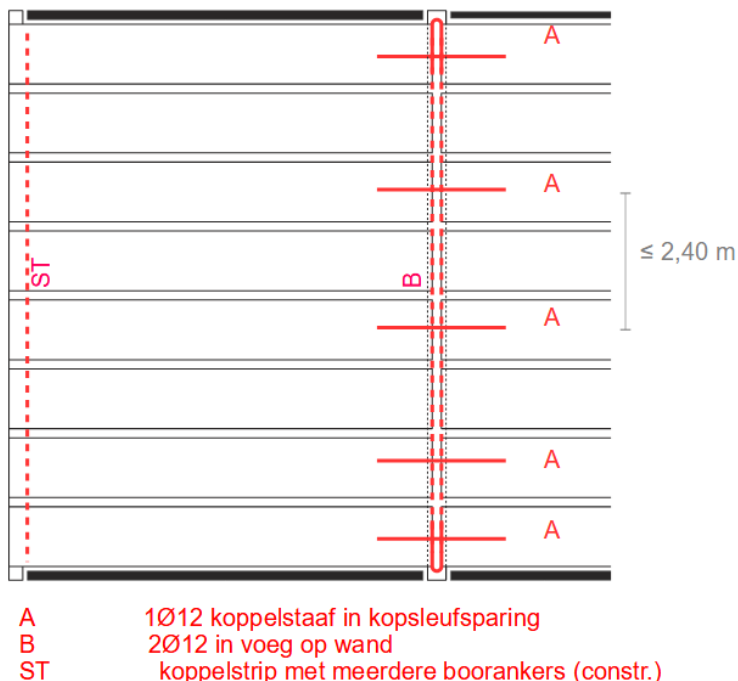
Constructie en robuustheid

In onderstaande figuur is de mate van toename van robuustheid ter illustratie weergegeven:



Indicatie appartementengebouwen t/m 4 bouwlagen (CC2a)

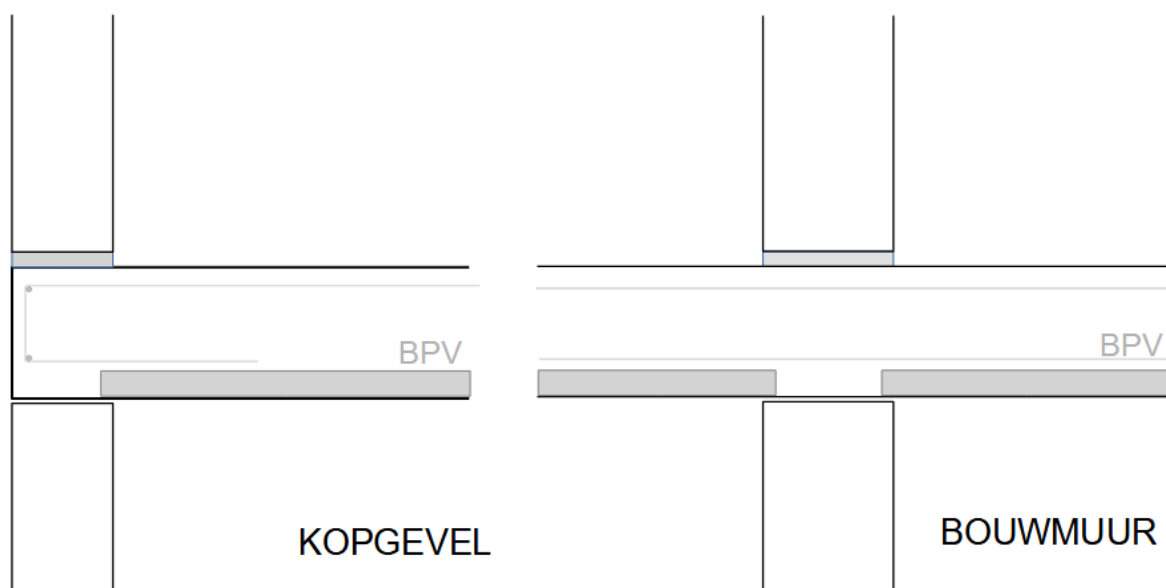
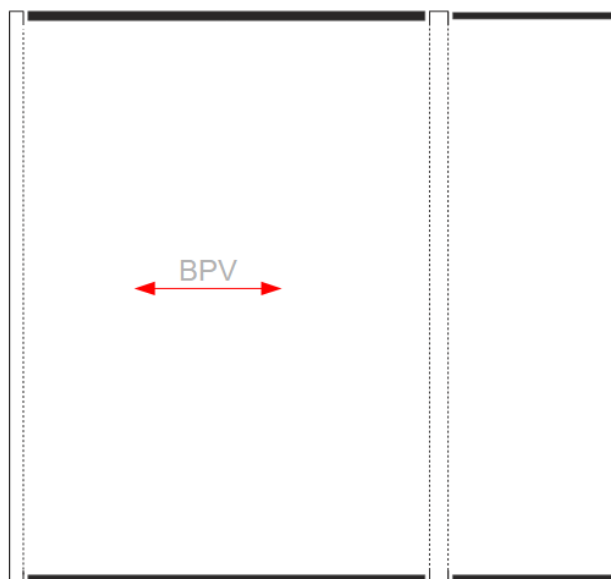
Bij toepassing VBI DSS vloeren!



Kopgevel min. 150 mm dik
 Bouwmuur 250 mm dik

Als de beukmaat ≤ 6.60 m is bij appartementengebouwen t/m 4 bouwlagen én (door de vloerenleverancier) kan worden aangetoond dat het toevallig inklemmingsmoment kleiner is dan berekend vlg. 5.5.2 d) van NVN 6725, dan is geen DSS kop nodig.
 Globale inschatting: beukmaat zal zonder DSS kop dan ongeveer max. 5,50 m mogen zijn.

Bij toepassing breedplaatvloeren (t/m 4 bouwlagen)



Kopgevel min. 150 mm dik
Bouwmuur 250 mm dik

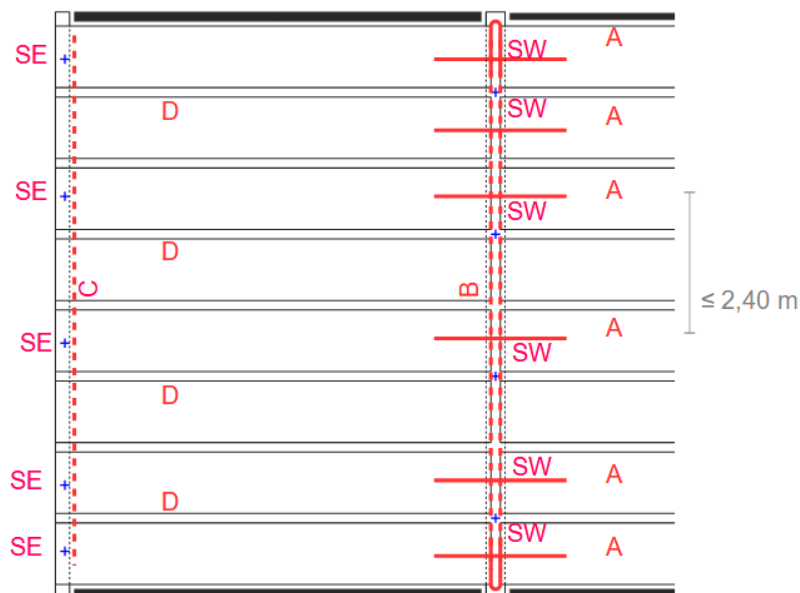
Voor de horizontale trekbanden kan de voorhanden (bijleg-) wapening in de breedplaatvloer worden gebruikt. Indien nodig, extra wapening bijleggen (HC).

Aandachtspunt: gebouwdilataties i.v.m. krimp vloer.

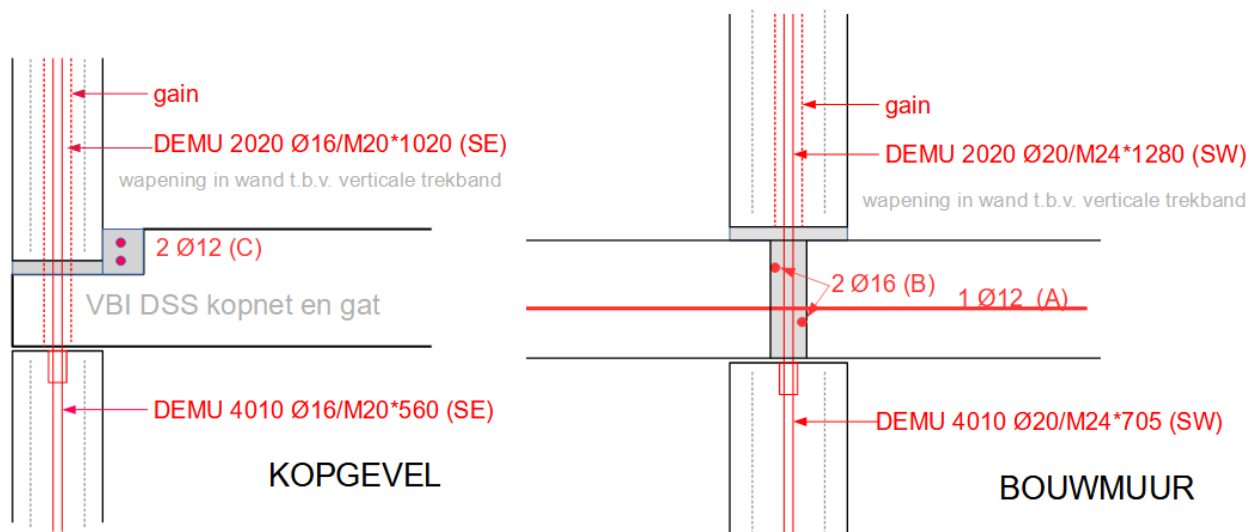
SPAANSEN BOUWSYSTEMEN B.V.

Indicatie appartementengebouwen vanaf 5 bouwlagen (CC2b)

Bij toepassing VBI DSS vloeren!



- SE & SW stekken, zie details
- A 1Ø12 koppelstaaf in kopsleufsparring
- B 2Ø16 in voeg op wand
- C 2Ø12 koppelstaaf in verdiept deel DSS-VBI
- D hsp 1Ø12

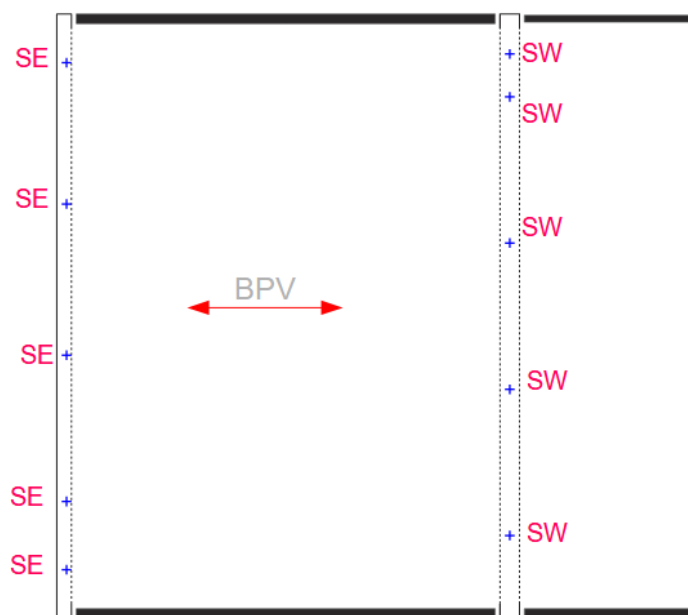


Kopgevel min. 200 mm dik (i.v.m. brandwerendheid bij kopgevel met raamsparingen)

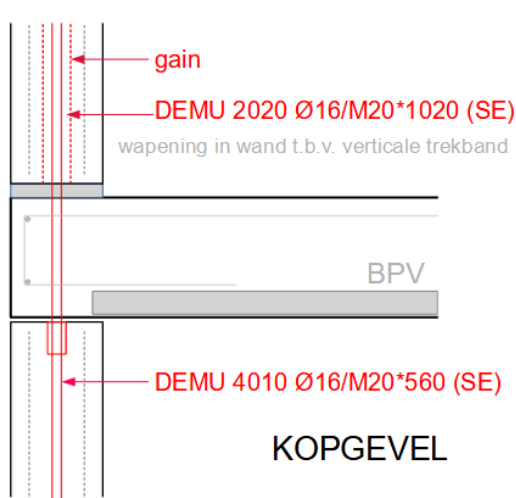
Bouwmuur 250 mm dik

Bij kopgevel altijd DSS kop.

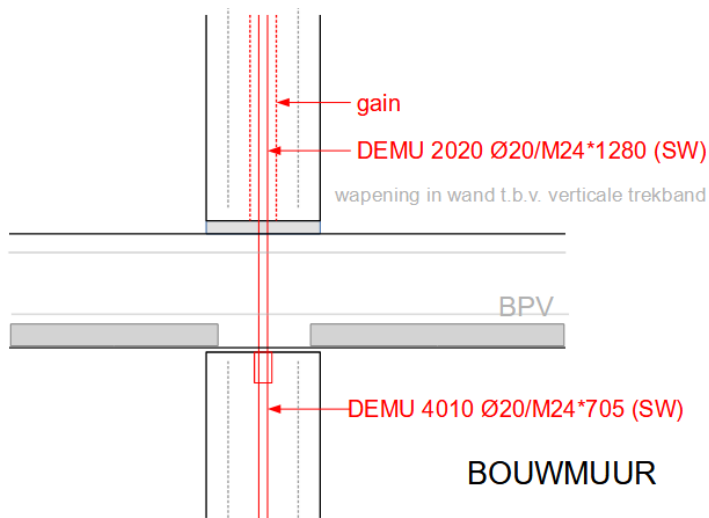
Bij toepassing breedplaatvloeren (vanaf 5 bouwlagen)



SE & SW stekken, zie details



KOPGEVEL



BOUWMUUR

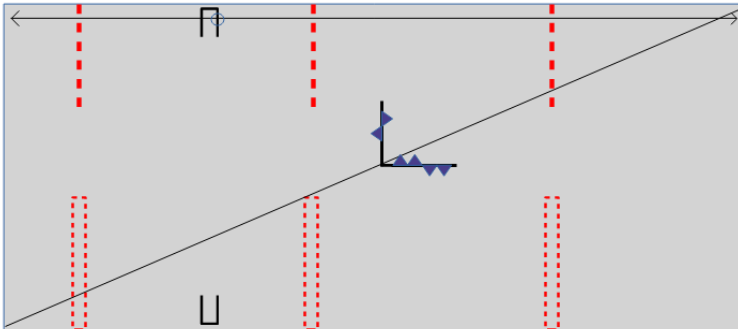
Kopgevel min. 200 mm dik (i.v.m. brandwerendheid bij kopgevel met raamsparingen)
Bouwmuur 250 mm dik

Voor de horizontale trekbanden kan de voorhanden (bijleg-) wapening in de breedplaatvloer worden gebruikt. Indien nodig, extra wapening bijleggen (HC).
Bij kopgevel haarspelden rond stekken toepassen.

Aandachtspunt: gebouwdilatatie i.v.m. krimp vloer.

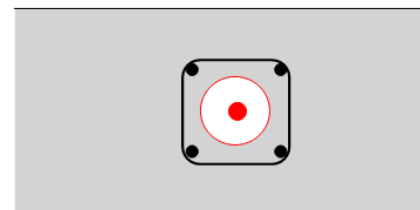
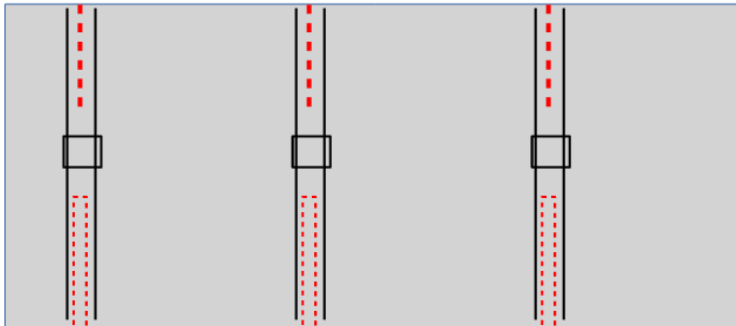
Stekken en wapening wanden

Optie 1 (voor de hand liggend als wand al constructief moet worden voorzien van dubbel net)



Verticale netstaven afstemmen op stekken.

Optie 2 (voorstel voor wanden die geen constructieve wapening nodig hebben)



Concentreer de wapening t.b.v. de verticale trekbanden rond de stekken en gains met een verdiepingshoge wapeningskorf:

- 4Ø10 verticaal met beugels Ø6-150 (evt. beugelspiraal)
- afmeting ca. 100x100 zodat deze relatief nauw aansluit op stek en gain

CONSTRUCTIEVE VERBINDINGEN WANDEN

VBK (lijm-)verbindingen

Anders dan bij grondgebonden woningen met dubbel bouwmuren Expan hier niet direct de oplossing en ook niet echt maakbaar/werkend.

Redenen:

- lijmvoeg niet in elkaar te trekken
- krimpspanningen over gehele gebouwlengte = gegarandeerd losscheuren lijm
→ verbinding werkt dus niet voor stabiliteit maar zeker ook niet voor afhangen gestapelde gevels (in geval wegvallen onderstaand element)

Als gevels tussen de vloeren, dan kan vloerdook hier iets doen, hoewel dat bij kanaalplaten betrekkelijk is.

Ergo: de VBK (lijm-)verbindingen zijn veelal niet echt geschikt voor toepassing in appartementengebouwen.

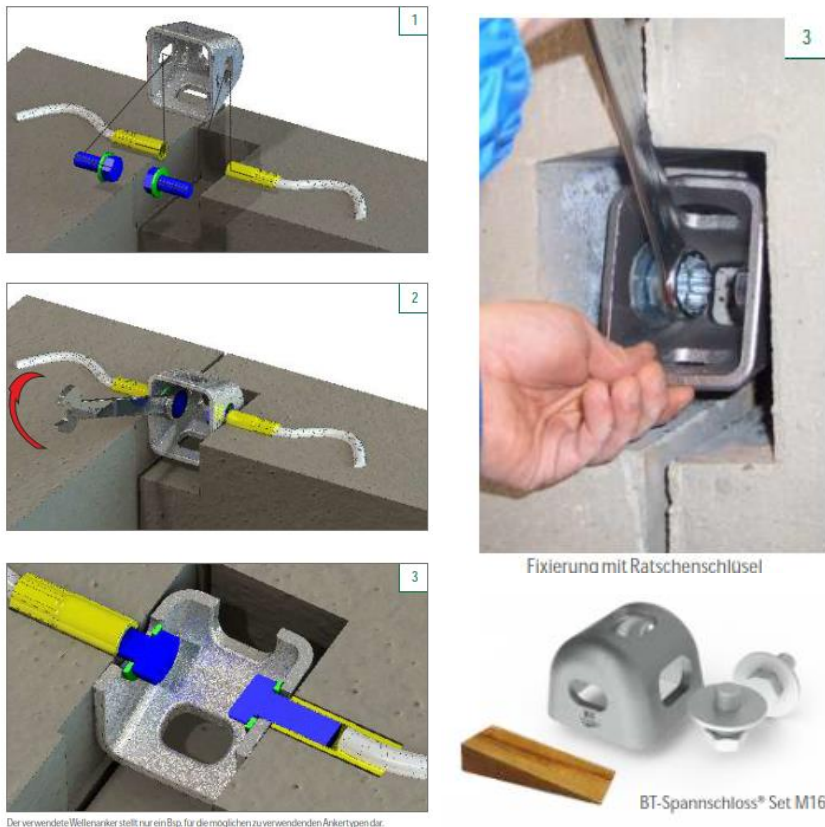
maar ook de optredende krachten!

Mechanische verbindingen

Zeker als gevels worden doorgestapeld en bij beukbrede gevels is een vorm van **mechanische verbinding** nodig:

Bijvoorbeeld **BT Spanslot** (Hakron-Terwa en Vilton?).

Hiermee kunnen afschuifkrachten worden opgenomen en is beperkte steltolerantie mogelijk.



Duitse Zulassung vorhanden voor M12, M16 en M20 Spanslot.

De afschuifsterkte van het BT Spanslot M12 is te gering voor de beoogde toepassing.

In principe zou ook M20 kunnen worden toegepast. De sterkte hiervan is op afschuiving kleiner en hiervoor zijn erg grote inkassingen nodig.

De afschuifsterkte van het **BT Spanslot M16** zelf is: $V_{Rd} = 16.7 \text{ kN}$ (zie hiernavolgende bladzijde). De minimaal vereiste wanddikte is 120 mm.

De sterkte wordt echter ook bepaald door de ingestorte betonankers.

Uitgaande van DEMU T-FIX M16-100 volgt bij toepassing van 150 mm dikke wanden in hart wand:
 $V_{Rd} = 16.2 \text{ kN}$

Alternatief HEK verbinding van Leviaat, maar ook die sterkte is erg beperkt.
Ander alternatief "tandverbindingen" maar dat werkt zeker niet bij gevelklaar



Berechnung BT-Spannschloss® nach DIN EN 1990:2010-12

Projekt: 4034-114 Appartementengebouwen

Bauherr: Spaansen

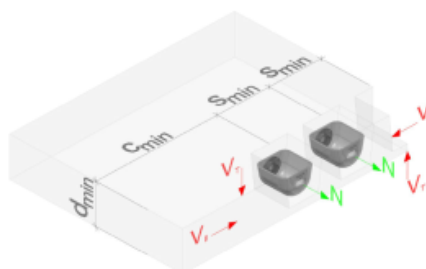
Position: hoekverankering gevel-muur

Einzelverbindung (höchstbeanspruchtes Verbindungsmittel)

BT-Spannschloss®-Größe: M16
BT-Spannschloss®-Anzahl: 1 Stück
Bauteilstärke: 150.00 mm

Bemessungswerte der Beanspruchung:

N_{Ed} = 0.00 kN
 $V_{Ed,T}$ = 0.00 kN
 $V_{Ed,II}$ = 16.70 kN



Nachweise pro BT-Spannschloss®:

^{*)} Prinzipskizze, beschreibt nicht die tatsächliche Einbausituation

		Ausnutzungsgrad η_i [-]	Nachweis erfüllt?
Bauteilgeometrie			
vorh. Bauteilstärke d [mm]	min. Bauteilstärke d_{min} [mm]		
150.00	120.00	-	JA
Beanspruchung			
N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]		
0.00	64.30	0.000	JA
$V_{Ed,T}$ [kN]	V_{Rd} [kN]		
0.00	16.70	0.000	JA
$V_{Ed,II}$ [kN]	V_{Rd} [kN]		
16.70	16.70	1.000	JA
Interaktionsnachweis $\eta_{ges} = \sum \eta_i$		1.000	JA

Hinweise:

- 1) Die Bemessung erfolgt nach den Vorgaben aus der ETA-19/0013 of 2019/02/28.
- 2) Die minimal erforderliche Bauteilstärke d_{min} gilt ausschließlich für das BT-Spannschloss®! Werte für die verwendeten Befestigungsanker können abweichen!

Deze waarde wijkt af van in de Zulassung opgenomen sterktes.
Vooralnog deze waarde aanhouden omdat onduidelijk is waar de sterkte op is gebaseerd.

In Zulassung Nr. Z-14.4-599 is opgenomen:

3.1.1 Allgemeines

Die Verbindungen müssen aus den o. g. Spannschlössern sowie folgenden Komponenten bestehen:

- Verbindungselemente nach DIN EN 15048-1⁴ oder DIN EN 14399-1⁵:
 - o Sechskantschrauben der Festigkeitsklasse 8.8 oder 10.9 nach DIN EN ISO 4017⁶, DIN EN ISO 4014⁷ oder der Normenreihe DIN EN 14399⁸,
 - o Muttern der Festigkeitsklasse 8 oder 10 nach DIN EN ISO 4032⁹ oder der Normenreihe DIN EN 14399⁸.
- runde Scheiben (große Reihe) nach DIN EN ISO 7093-1¹⁰ mit einer Mindesthärte von 140 HV,

3.1.2 Bemessungswerte für die Zugtragfähigkeit (Grenzzugkraft) und für die Querkrafttragfähigkeit (Grenzquerkraft)

Die Bemessungswerte für die Zugtragfähigkeit (Grenzzugkraft) $N_{R,d}$ und für die Querkrafttragfähigkeit (Grenzquerkraft) $V_{R,d}$ sind für vermörtelte und unvermörtelte Spannschlösser Tabelle 1 zu entnehmen:

Tabelle 1: Bemessungswerte der Zugtragfähigkeit und Querkrafttragfähigkeit der Spannschlösser

Spannschloss	Zugkraft, in Richtung der Verbindungselementachse	Querkraft, rechtwinklig zur Verbindungselementachse
	$N_{R,d}$ [kN]	$V_{R,d}$ [kN]
M12	33,7	9,4
M16	43,5	26,2
M20	52,2	24,8

3.1.3 Kombinierte Beanspruchung aus Zug- und Querkraften

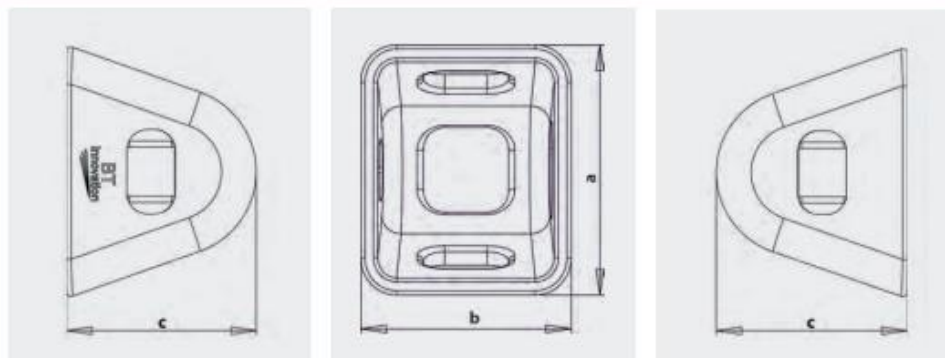
Bei kombinierter Beanspruchung durch die Bemessungswerte der einwirkenden Zugkräfte N und Querkraften V ist folgender Interaktionsnachweis zu führen:

$$\frac{N_d}{N_{R,d}} + \frac{V_d}{V_{R,d}} \leq 1,0$$

N_d - Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft in Richtung der Verbindungselementachse

V_d - Bemessungswert der einwirkenden Querkraft rechtwinklig zur Verbindungselementachse (Summe der Querkraften in allen Beanspruchungsrichtungen)

Technische Daten



Produkt	a [mm]	b [mm]	c [mm]	Zugkraft N [kN]	Querkraft V [kN]
BT-Spannschloss® M12	70	70	51	33,7	9,4
BT-Spannschloss® M16	90	90	65	43,5	26,2
BT-Spannschloss® M20	120	100	90	52,2	24,8

*Gemäß DIBT Zulassung Z-14.4-599

VLOEREN

Bij (VBI) kanaalplaatvloeren/appartementenvloeren oplegconstructie zodanig dat vloerplaat niet wordt ingeklemd in de wanden. Vloeren hier niet op berekend / te berekenen.

Derhalve rekening te houden met de volgende detailleringen:

De Appartementenvloeren met een dikte van 260 en 320 mm kunnen fabrieksmatig worden voorzien van speciale wapening bij de plaatkoppen. Door deze extra wapening kan hoogbouw zonder een in het werk te storten randbalk gerealiseerd worden.

De verticale belasting gaat door het vloerelement naar de onderliggende wand. Eventuele inklemmingsmomenten, worden door de speciale wapening (DSS) opgenomen. DSS zorgt dat de belasting uit de gevel zonder randbalk gestort moet worden en de hoogte van het gebouw is begrenst tot maximaal 6 bouwlagen.

Zonder aanwezigheid van de speciale wapening (DSS) in de Appartementenvloer kan niet direct worden doorgepast. In die situatie geldt dat er in het werk een randbalk gestort moet worden en de hoogte van het gebouw is begrenst tot maximaal 6 bouwlagen.

Detail kopgevel / bouwmuur is afhankelijk van aantal bouwlagen

Aantal bouwlagen	Detail kopgevel	Detail bouwmuur
≤ 4		
≤ 6 Altijd verticale koppelwapening NEN-EN 1992-1-1		
≤ 8 Altijd verticale koppelwapening NEN-EN 1992-1-1		
> 8	* Bij meer dan 8 bouwlagen mogelijkheden bepalen in overleg met VBI.	

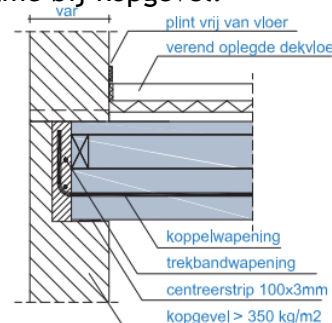
DSS = dure oplossing, maar eenvoudig in bouw en montage met name bij kopgevel.

min. dikte kopgevel 150 mm (≤ 4 bouwlagen)

min. dikte kopgevel 200 mm (> 4 bouwlagen)

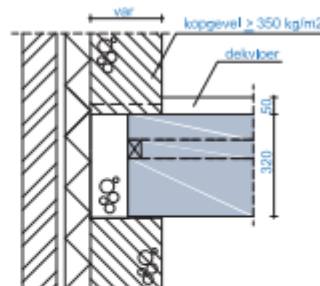
Alternatief: opstaande neus aan kopgevelwand:
(complex, duurder uitvoering en productie)
min. dikte kopgevel 200 mm

[A] info VBI: SBR100x3 hier ook mogelijk t/m 6 bouwlagen.
Sparingsbuizen/stekken pas aangezien als min. 3 bouwlagen
boven betreffende vloer zijn gemonteerd.

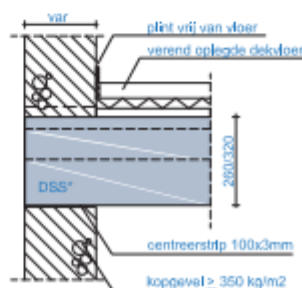
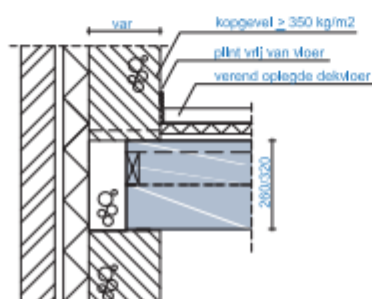


Principe details:

Details Principedetails - verdiepingen c.q. dakvloer (kopgevel)

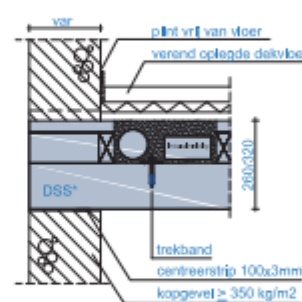
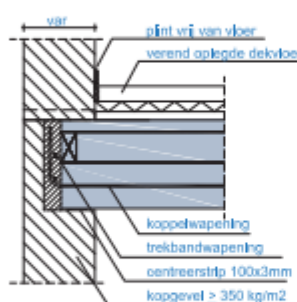


Verdiepingsvloer kopgeveldetail



constr. vloer $\geq 500 \text{ kg/m}^2$
* Welgeen DSS (wapeningskorf) toepassen
beoordelen per project/berekening

Trekbandwapening in wanden (incl. DSS)



constr. vloer $\geq 500 \text{ kg/m}^2$
* Welgeen DSS (wapeningskorf) toepassen
beoordelen per project/berekening

Opstaande neus op wanden met trekband in kopvoeg

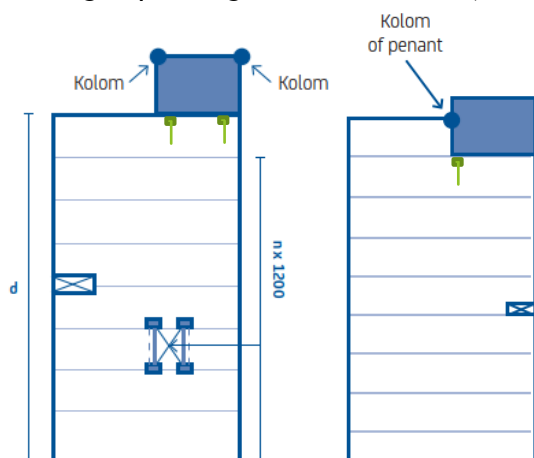
Trekbandwapening in wanden (incl. DSS)

*) Met het DoorStapelSysteem (DSS) is het mogelijk om prefab te bouwen en daarbij wand- en vloersystemen op elkaar aan te sluiten zonder randbekisting en randbalk. DSS is een optie bij de VBI Appartementenvloer en dus bij uitstek geschikt voor gestapelde bouw.

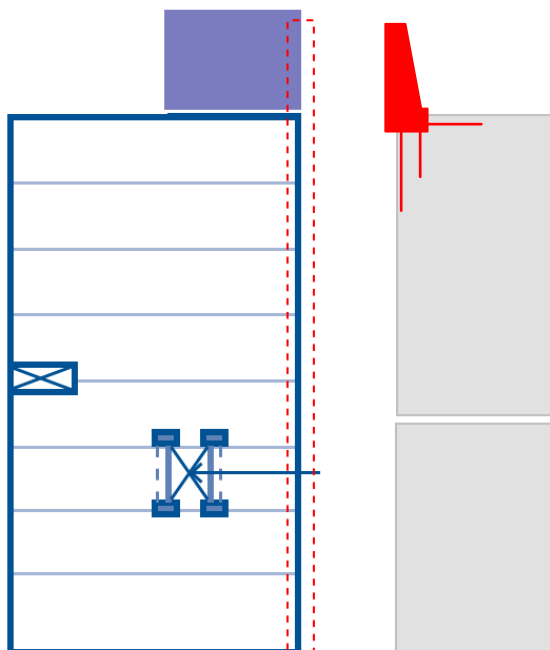
(bron: VBI Ontwerprichtlijnen Appartementen, zie bijlage)

BALKONS en galerijen

Eenvoudige oplossing met kolommen: (niet altijd gewenst door klant)

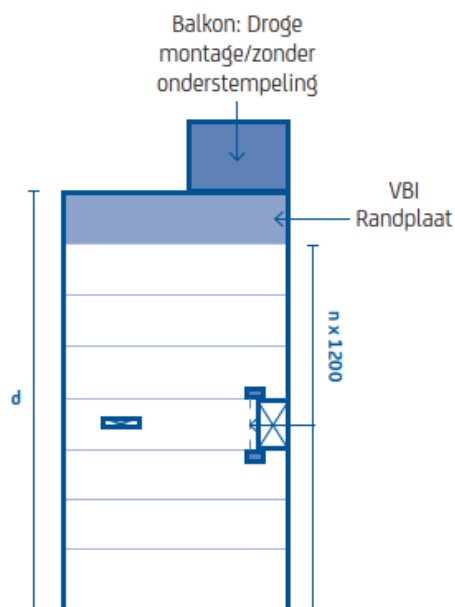


Alternatief met (zwaar gewapende) betonconsole aan wand:



Voorkeur: Prefab betonconsole (rondom zichtwerk) in mal opnemen.
Dan ook eventueel console met (Isokorf) koudebrugonderbreking mogelijk.

Dure en complexe oplossing: speciale VBI randplaat met Schock IQlick systeem:



Galerijen in principe oftewel met kolommen en stalen T-ligger naar wand of consoles.

WAPENING ELEMENTEN

Betondekking

Grotere dekking in wanden nodig.

Voorstel: dekking wanden 25 mm.

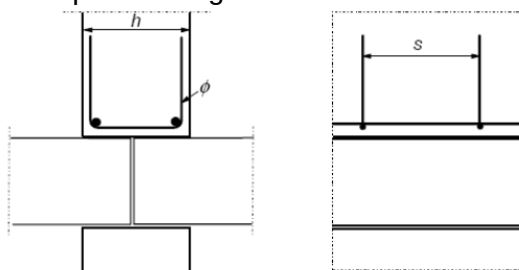
Hiermee worden dan veelal ook penanten ($h/b \leq 4$) en lateien in kopgevels gedekt.

Dit is echter heel sterk afhankelijk van de voorhanden situatie (belasting, overspanning en afmetingen).

De constructeur zal per project moeten checken of met deze dekking de penanten en lateien nog kunnen worden afgewapend.

Specifieke zaken (detailleringsregels wapening)

- Haarspelden langs onder- en bovenrand wanden vlg. 10.9.2 van EC2:



Niet nodig als verticale belasting kleiner dan $0.5 \cdot h \cdot f_{cd}$

Bij C35/45: $N_{Ed} \leq 0.5 \cdot 250 \cdot 35 / 1.5 = 2920 \text{ kN/m}$

Zeer grof per verdieping en 8 m' beuk: $N_{Ed} = 160 \text{ kN/m}$

Als ook nog rekening wordt gehouden met windbelasting // wand dan max:

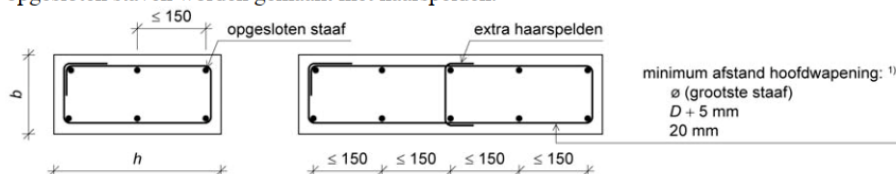
$$N_{Ed} = 2 \cdot 160 = 320 \text{ kN/m}$$

Aantal bouwlagen zonder benodigde haarspelden: $2920 / 320 \leq 9$

- Wapening kolommen, let vooral op regels m.b.t. beugels als berekende wapening nodig is: Als $h/b \leq 4$ dan "kolom" en dus rekening houden met mogelijk complexere wapening

Staafafstand langswapening (EC2, 9.5.3 (6))

Geen enkele staaf mag verder dan 150 mm vanaf een opgesloten staaf liggen, anders moeten opgesloten staven worden gemaakt met haarspelden.



- Wapening t.b.v. doorkoppelen verticale trekbanden t.b.v. robuustheid bij 5 of meer bouwlagen: Zie "Indicatie appartementengebouwen vanaf 5 bouwlagen (CC2b)"

Wandliggers

In een aantal gevallen zullen zwaar gewapende wanden nodig zijn en zullen dilataties in wanden moeten worden afgestemd op de onderliggende, dragende constructie.
Let hierbij vooral op met name parkeerkelders onder het gebouw!

Grote sparingen in wanden/'parkeer'kelder e.d. betekent wandliggers.

Wandliggers = dubbel net met trekwapening en haarspelden rondom !

Ook in goed overleg positie dilataties in wanden vastleggen.
Deze moeten bijna altijd boven een kolom worden gemaakt.

Let op: als de dilataties niet zijn afgestemd op de onderliggende draagconstructie, zou het zomaar kunnen zijn dat extreem zware trekkoppelingen tussen de elementen moeten worden gemaakt.
Dit moet te allen tijde worden voorkomen.

Tijdig overleg tussen cascoconstructeur en hoofdconstructeur is noodzakelijk.

SCHOORSTEMPELS

Vooral door grotere hoogte grotere windbelasting.

Voor laagbouw berekend in 4034-004-001/F en praktische instructie -002/F.

Gebaseerd op montage in heel Nederland m.u.v. "kustgebied" (terreincategorie 0) en gem. hoogte $\leq 10\text{m}$.

Alle wanden als "eindwand" beschouwen omdat iedere wand slechts aan een zijde geschoord (anders dan dubbele bouwmuren bij grondgebonden woningen)!

Bij hoogte van 20 m is de windbelasting zo'n 25% groter.

Schoren voor wanden in 4034-004-001/F bepaald bij wandhoogte max. 3.0 m'.

Als wandhoogte bij appartementen max. 2.7 m' dan:

→ kracht op schoor: $1.25 * (2.7/3.0)^2 = 1.01 \text{ x}$

→ aantal schoren ongewijzigd echter alles als "eindwand" beschouwen

KOZIJNVERANKERINGEN

Door grotere hoogte en derhalve windbelasting kleinere hartafstand tussen hoekankers of kleinere afmetingen.

Huidige verankeringen voor laagbouw berekend in 4034-007-002/B, gebaseerd op: woningen met extreme stuwdruk $q_p(z) \leq 0.88 \text{ kN/m}^2$ (casco's tot 11 m hoog in alle windgebieden exclusief windgebied II "kust", windgebied I "kust" en windgebied I "onbebouwd").

Bij appartementengebouw tot ca 20 m' in zelfde windgebieden: $q_p(z) \leq 1.07 \text{ kN/m}^2$

Dus bij gelijke hartafstanden hoekankers ca. 20% kleinere kozijnafmeting of hartafstanden standaard 55 cm' i.p.v. 70 cm'.

Echter raadzaam om vooralsnog per project kort door constructeur te beoordelen, omdat vaak in gunstiger windgebied/omgeving.