

Notitie: Versterking balkons Sweelinckstraat Vlaardingen door middel van het VVUV-systeem

Versie: 1

1.

Inleiding

In opdracht van Vogel BV te Zwijndrecht is een ontwerp gemaakt voor de versterking van balkons voor het project Sweelinckstraat te Vlaardingen. Het betreft een appartementencomplex met 4 balkons die versterkt dienen te worden. De versterking is noodzakelijk omdat de capaciteit van deze balkonplaten niet blijkt te voldoen door een te lage ligging van de wapening en deze tevens moeten voldoen aan het belastinggeval 'lijnlast op plaathoek'.

De versterking die in deze situatie wordt toegepast is volgens het 'VVUV-systeem', Verankeringsysteem van Vogel voor Uitkragende betonnen Vloeren. Dit systeem bestaat uit koolstof staven (CFRP-bars, Carbon Fibre Reinforced Polymer) welke, door middel van een boorgat in de kopse kant van de balkons, met een epoxy worden verlijmd tot achter de kritische doorsnede.

Vogel BV heeft dit systeem uitgebreid getest. Daarbij heeft ABT de constructieve advisering verzorgd. De resultaten van de uitgevoerde proeven zijn beschreven in twee rapportages:

- Verslaglegging lijmverbinding d.d. 06-06-2014.
- Rapportage uitvoering Full-scale proeven d.d. 14-10-2014.

Deze rapportages dienen om de geschiktheid van het systeem aan te tonen.

2.

Uitleg 'VVUV-systeem'

Naar aanleiding van het plotseling bezwijken van de galerijplaten van de Antillenflat in Leeuwarden mei 2011 zijn er onderzoeken uitgevoerd naar oorzaak hiervan. Uit deze onderzoeken bleek dat bij veel uitkragende betonvloeren de wapening is aangetast door chloride geïnitieerde corrosie en/of de wapening verkeerd is uitgevoerd.

Vogel BV heeft in samenwerking met ABT en S&P Clever Reinforcement naar een oplossing gezocht die voldoet aan de volgende eisen:

- Weinig hinder voor de omgeving.
- Geen esthetische verandering (versterking onzichtbaar).
- Geen aantasting door chloride.
- Geen beschadiging van betonoppervlakten en top lagen.

Aan deze eisen is voldaan door in de kopse kant van de galerijplaat een gat te boren, tot in de achterliggende vloer of randbalk. In het boorgat wordt een CFRP-bar verlijmd met epoxy.

Door het gebruik van een diamantboor wordt weinig geluidsoverlast veroorzaakt. De boorgaten hebben een diameter van 20 mm en worden na verlijming afgewerkt. Tijdens het boren en verlijmen blijft de galerij in principe toegankelijk. Zowel de epoxylijm als de CFRP-bar zijn niet gevoelig voor chloride aantasting.

Het boren van een recht gat over een lengte tot 2,5 meter in een relatief dunne betonnen plaat (ca. 100-150 mm) is mogelijk door de ontwikkeling van een boorinstallatie met geleiderail. De boorinstallatie (ca. 52 kg) wordt met behulp van een klemsysteem aan de galerij bevestigd. Met deze geleiding wordt voorkomen dat de boor gaat 'zoeken' en in de onder-, of bovenliggende woonruimte van de betonvloer uitkomt.

Na het boren worden de gaten uitgespoeld en geborsteld met een vlampijpwisser. De epoxy hecht slecht op een vochtige ondergrond. Het boorgat moet daarom voor het aanbrengen van de lijm voldoende droog zijn. De werkwijze en kwaliteit van de uitgevoerde werkzaamheden wordt via het kwaliteitsplan van Vogel bewaakt.

Voor het verlijmen worden de gaten nogmaals uitgeblazen met behulp van perslucht. Om luchtinsluiting tijdens het verlijmen te voorkomen dient de epoxy van achteruit het gat te worden gevuld. Vervolgens kan de staaf worden aangebracht. Door op de staaf gelijmde afstandhouders kan de staaf exact in het midden van het gat worden gepositioneerd. De afstandhouders garanderen daarmee een algehele epoxy-omhulling van de staaf.

Uit het onderzoek beschreven in bijlage 1 is op basis van slipsporen vastgesteld dat de werkelijke verankering van de staaf ca. 300 mm is. Indien mogelijk wordt veiligheidshalve een verankeringslengte van 500 mm geadviseerd. Een uitgebreide uitleg over het systeem is te vinden in bijlage 1.

3.

Uitgangspunten ontwerp versterking

De volgende documenten zijn als uitgangspunt genomen voor de berekening van de versterking met behulp van CFRP bars:

- Rapportage 'Beoordelen constructieve veiligheid conform CUR 248' van JVZ Raadgevend Ingenieursburo bv met rapportnummer 17343A.01 d.d. 11-10-2017.
- E-mailbericht van Vogel B.V. d.d. 17-04-2018 betreffende de plaatlengtes van de aanwezige balkons.

De uitgangspuntendocumenten zijn opgenomen in bijlage 5.

De maximale capaciteit van de ankers is op basis van de NEN-EN 1990+A1+A1/C2 art. D7.3 begrensd op 118 kN trekkracht. Tevens is een berekening uitgevoerd conform ACI 440.1R-15 (bijlage 2). De laagste van deze twee waarden is toegepast in de verdere berekening van het aantal ankers. Uitgangspunt voor deze aanvullende berekening is blz. 7 van bijlage 5, waaruit blijkt dat een inboordiepte van 290 mm voor de CFRP-bars mogelijk is. Dit is niet in het werk gecontroleerd. ABT adviseert om dit, voorafgaand aan de uitvoering van het VVUV-systeem, alsnog te doen. Uit deze aanvullende berekening volgt een maximaal te verankeren kracht van $F_{td}=59,0$ kN. In de verdere berekening wordt deze maatgevende waarde aangehouden.

Gehanteerde uitgangspunten ontwerpberekening

- Dikte constructief beton verloopt van 80 mm aan de uitkragende zijde naar 100 mm ter plaatse van de gevel. In de berekeningen is een dikte aangehouden van 100 mm.
 - Er zijn 5 balkons met 2 verschillende plaatlengtes. 3 van de 5 balkons hebben een lengte van $l = 4,73$ m en 2 van de 5 balkons hebben een lengte van $l = 7,38$ m.
 - Uitkraging plaat $u=1.200$ mm.
 - Bovenwapening in plaat $\varnothing 10$. Exacte h.o.h.-afstanden en nuttige hoogte van de wapening, conform meetresultaten in de rapportage van JVZ.
 - Aanwezige verdeelwapening 5 staven $\varnothing 6$.
 - Betonkwaliteit C16/20. Dit is de maximaal te hanteren betonkwaliteit indien deze niet aanvullend onderzocht is.
 - Staalkwaliteit QR24 ($f_{yd}=209$ N/mm²).
 - De optredende momenten zijn door ABT bepaald conform NEN 8700 en deze zijn afwijkend op de opgave van JVZ. Er is een grotere mate van belastingsspreiding gehanteerd conform de vloeilijmentheorie in CUR248. De optredende momenten bedragen:
 - $M_{Ed}=21,44$ kNm (belastinggeval vlaklast op afkeurniveau bij platen met $l = 4,73$ m)
 - $M_{Ed}=33,18$ kNm (belastinggeval vlaklast op afkeurniveau bij platen met $l = 7,38$ m)
 - $M_{Ed}=23,56$ kNm (belastinggeval vlaklast op verbouwniveau bij platen met $l = 4,73$ m)
 - $M_{Ed}=36,43$ kNm (belastinggeval vlaklast op verbouwniveau bij platen met $l = 7,38$ m)
- Conform rapportage van JVZ is het belastinggeval lijnlast op plaathoek echter maatgevend. Om deze reden is er tevens een toets uitgevoerd van de plaat binnen het spreidingsgebied van deze belasting. De optredende momenten bedragen hier:
- $M_{Ed}=11,83$ kNm (afkeurniveau bij een spreidingsbreedte van 1,65 m)
 - $M_{Ed}=12,90$ kNm (verbouwniveau bij een spreidingsbreedte van 1,65 m)

4. Berekening benodigd aantal ankers
Met behulp van de beschikbare gegevens is per balkon het benodigd aantal CFRP bars bepaald. Het benodigd aantal bars per plaat is weergegeven op bladzijde 1 tot en met 3 van bijlage 7.

De CFRP bars dienen met hart staaf op een hoogte van 75 mm vanaf de onderzijde van de constructie te worden geplaatst, gemeten ter plaatse van de kritische doorsnede. De inboorhoogte aan de uitkragende zijde wordt daarmee 55 mm vanaf de onderzijde, conform de doorsnedetekening in de rapportage van JVZ. Uitgangspunt hiervoor is dat de aanwezige verdeelwapening niet wordt doorboord.

5. Kwaliteit
Voor het behalen van de gewenste kwaliteit moeten minimaal de volgende aandachtspunten in acht worden genomen:
- Er dient rekening gehouden te worden met zowel de omgevingstemperatuur en de temperatuur van het aanhechtoppervlak, hiervoor wordt verwezen naar het productblad van de lijm (bijlage 3).
 - De boorhoogte dient zodanig te worden afgesteld dat deze resulteert in een 'd' van 75 mm ter plaatse van de kritische doorsnede en 55 mm ter plaatse van de uitkragende zijde..
 - In het werk dient, met behulp van een dekkingsmeting, de hoogteligging van de bestaande wapening te worden gecontroleerd. Dit om te voorkomen dat de bestaande wapening wordt doorboord.
 - Eventuele bestaande beugels in de randbalk dienen te worden gelocaliseerd om te voorkomen dat deze doorboord of beschadigd worden.
 - Het boorgat dient een diameter van 20 mm te hebben.
 - De diepte van het boorgat dient te worden gecontroleerd na het boren.
 - Het boorgat dient te worden uitgespoeld en uitgeborsteld met een vlampijpwisser.
 - Voor het aanbrengen van de lijm dient het boorgat voldoende droog zijn.
 - Direct voor applicatie dienen de gaten schoon te worden geblazen met behulp van perslucht.
 - De CFRP-bars dienen direct voor applicatie te worden ontvet.
 - De lijm dient van achteruit het boorgat te worden aangebracht om luchtinsluiting te voorkomen. Dit kan met behulp van een kitspuit werkend op perslucht en een rubber slang.
 - De staaf dient te worden voorzien van afstandhouders.
 - De aanwezige zakking van het balkon mag niet leiden tot een significante afwijking van de ligging van het boorgat ter plaatse van de gevel.

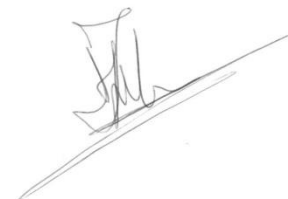
Door Vogel BV zal een werk- en kwaliteitsplan worden opgesteld, waarin bovenstaande aandachtspunten zijn verwerkt. Het werkplan van Vogel is leidend.

6.

Slot

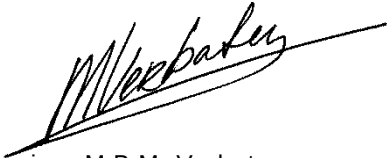
De momentcapaciteit van de balkonplaten wordt door middel van het VVUV-systeem vergroot. Door het versterken van de balkons met het opgegeven aantal CFRP bars per plaat is de veiligheid gewaarborgd en voldoet deze hiermee aan de minimale eisen van het bouwbesluit.

Opgesteld:



ir. J.M.J. van Alphen
Specialist civiele techniek

verificatie:



ing. M.B.M. Verbaten
Senior specialist civiele techniek

Bijlage 1	Onderbouwing VVUV- systeem
Bijlage 2	Berekening toelaatbare trekkracht
Bijlage 3	Productblad S&P resin 220
Bijlage 4	Productblad S&P koolstoflijmwapening
Bijlage 5	Uitgangspunten
Bijlage 6	Berekening verankering en aantal CFRP-bars
Bijlage 7	Ontwerpschets locatie en aantal CFRP-bars

Bijlage 1

Onderbouwing VVUV- systeem

Onderbouwing VVUV-systeem

1. Inleiding

Naar aanleiding van de bezweken galerijplaat van de Antillenflat in Leeuwarden is door Vogel BV in samenwerking met adviesbureau 'ABT' en leverancier 'S&P Clever reinforcement company BV' gezocht naar een methode om dergelijke doorgestorte galerijplaten te versterken, met zo weinig mogelijk overlast voor de bewoners. De oplossing is gevonden in het boren van een gat in de zijkant van de galerijplaat tot in de achterliggende vloerconstructie, welke zich in de woning bevindt. In dit gat wordt vervolgens een koolstofstaaf (CFRP-bar) verlijmd met epoxy. De versterking wordt het "VVUV –systeem, Verankeringsysteem van Vogel voor Uitkragende betonnen Vloeren" genoemd.

2. Uitleg versterkingsmethode 'VVUV-systeem'

De versterking volgens 'VVUV-systeem' is uitgebreid door Vogel BV getest, waarbij ABT de constructieve advisering heeft verzorgd. De resultaten van de uitgevoerde proeven zijn beschreven in een tweetal rapporten:

- verslaglegging Lijmverbinding d.d. 06-06-2014 [1];
- rapportage uitvoering Full-scale proeven d.d. 14-10-2014 [2].

Deze rapporten dienen om de geschiktheid van het versterkingsysteem voor o.a. de Oranjeflat aan te tonen.

In dit hoofdstuk wordt het principe van de versterkingsmethode uitgelegd.

2.1. Boren

Het recht boren van een gat met een lengte tot maximaal 2,5 meter in een relatief dunne vloer van 100 tot 150 mm is mogelijk door de ontwikkeling van een boorinstallatie met geleiding. De installatie wordt met behulp van een klemsysteem aan de galerij bevestigd. Het totale systeem weegt circa 52 kg (0,52 kN) met een zwaartepunt in het midden treedt er een inklemmingsmoment van 0,65 kNm op. Dit moment is ruim lager dan het scheurmoment en zal door de spreiding in de plaat slechts een geringe toename van het steunpuntsmoment veroorzaken.

Voorbeeld:

Scheurmoment bij $h=100\text{mm}$ en $f_{c,t}=3\text{ N/mm}^2$:

$$M_{\text{scheur}} = \left(100 \times \frac{2}{3}\right) \times \left(3 \times \left(100 \times \frac{1}{2}\right) \times 1000 \times \frac{1}{2}\right) \times 10^{-6} = 5 \text{ kNm/m}^1 \gg 0,65 \text{ kNm/m}^1$$

Met de geleiding wordt voorkomen dat de boor via de vloer of het plafond uitkomt in de woning. De boor bestaat uit een holle diamantboor met een uitwendige diameter van 20 mm.

2.2. Verlijming

De boorgatwand is door het gebruik van een diamantboor relatief glad. Ook de toegepaste koolstofstaaf is glad. De meest geschikte lijmverbinding is gevonden door het uitvoeren van diverse uittrekproeven. De S&P lijm 'resin 220' blijkt de hoogste uittrekwaarden te geven en is daardoor het meest geschikt. Door Vogel BV is veel geëxperimenteerd met het aanbrengen van de epoxylijm om een goede vullingsgraad te bereiken en luchtinsluiting te voorkomen. Op basis van de full-scale proeven is gebleken dat het zeer goed mogelijk is om de epoxylijm zonder luchtinsluiting aan te brengen. Ook blijkt dat het voor de applicateur goed mogelijk is om de vullingsgraad te controleren tijdens de uitvoering.

Belangrijk is dat het gat na het boren goed wordt gereinigd met behulp van een vlampijpwisser, gespoeld wordt met water en vervolgens met perslucht wordt ontdaan van vrij vocht. Door de boorgaten goed aan de open lucht te drogen moet de vochtigheidsgraad van de boorgatwand zodanig verlaagd zijn dat deze overeenkomt met de product eisen van de resin 220.

2.3.

Staven

De koolstofstaven (CFRP-bars of rods) zijn van het type S&P-Aslan, Ø14 mm in de gladde uitvoering (smooth). Op basis van de uittrekproeven is gebleken dat de ingezande uitvoering geen hogere hechting oplevert en incidenteel juist een lagere hechting geeft als gevolg van ongelijkmatige verdeling van zand over het oppervlak van de staaf. Tijdens de uitvoering van de lijmproeven is geconcludeerd dat de ingezande CFRP-bars meer geschikt zijn voor toepassing met een cement gebonden lijmverbinding.

Vóór het inbrengen van de CFRP-bars in het boorgat dienen deze stof en vetvrij te worden gemaakt met behulp van aceton.

De juiste positionering van de staaf in het boorgat wordt bereikt door vooraf aangebracht lijmribben van epoxy. Hiermee wordt een algehele omhulling van de staaf met epoxylijm gegarandeerd.

3.

Globale beschrijving van de Full-scale proeven

De full-scale proeven zijn opgezet om de geschiktheid van CFRP-bars als versterkingsmethode aan te tonen en tevens om te bewijzen dat het boren en verlijmen in gaten met een diepte van 2,5 m goed mogelijk is. Voor een uitgebreide beschrijving van de proeven wordt verwezen naar rapporten [1] en [2] van ABT.



Figuur 1; Impressie full-scale proefbelasting

3.1.

Proefopstelling

De proefopstelling bestond uit een gewapende betonnen vloerplaat met een dikte van 120 mm. Deze plaat is vrijdragend op 2 wanden gestort, waarbij aan de 2 overige zijden een overstek is gerealiseerd. De h.o.h. afstand van de woning scheidende wanden is op 4,5 m gesteld.

3.2.

Wapening

Om te voorkomen dat de aanwezige traditionele stalen wapening t.p.v. het maximale steunpuntsmoment de capaciteit gunstig beïnvloed is deze geheel doorgeslepen voordat de plaat werd gestort.

De galerijen zijn hiermee feitelijk ongewapend uitgevoerd. Het is daarom noodzakelijk geweest deze te ondersteunen, totdat de later aangebracht CFRP versterking voldoende uitgehard was.

Er zijn 4 staven van het type S&P Aslan, Ø14 mm smooth, toegepast. Elke staaf heeft een minimale treksterkte van circa 300 kN. Nadat de staven voldoende uitgehard waren is de proef gestart met het verwijderen van de onderstempeling en het inmeten van de 0-situatie ten gevolge van het eigen gewicht van de galerijplaat.

3.3.

Proefbelasting

Door stapsgewijs water in waterbakken die op de galerijplaat staan te laten, is de belasting opgevoerd totdat het scheurmoment van de galerijplaat werd bereikt. Na elke belastingstap is de doorbuiging gemeten zodat een lastzakingsdiagram opgesteld kon worden.

Na het bereiken van het scheurmoment is de belasting uit de waterbakken geheel verwijderd en is de doorbuiging t.g.v. het eigen gewicht opnieuw ingemeten.

Hierna zijn de waterbakken weer teruggeplaatst en is de belasting wederom stapsgewijs opgevoerd, waarbij tussen elke belastingstap de doorbuiging en de scheurwijdte is ingemeten.

3.3.1.

Bezwijkbelasting proef 1

De uiteindelijke bezwijkbelasting van proef 1 bedroeg $5,07 \text{ kN/m}^2$ (507 kg/m^2). De doorbuiging aan het uiteinde van de galerij bedroeg circa 105 mm. Naast een behoorlijke overcapaciteit ten opzichte van de (huidige) normbelasting van $2,5 * 1,5 = 3,75 \text{ kN/m}^2$ (375 kg/m^2) die minimaal nodig is blijkt dat de constructie zeer ductiel reageert. Met andere woorden: de galerijplaat buigt eerst zichtbaar door en vertoont wijde scheuren voordat deze bezwijkt. De constructie 'waarschuwt' hiermee. Het zeer plotseling broos bezwijken, zoals bij de Antillenflat in Leeuwarden is opgetreden, treedt niet op.

3.3.2.

Bezwijkbelasting proef 2

Proef 2 is overeenkomstig proef 1 uitgevoerd met als enkel verschil de inboordiepte. Deze was met 2,0 m een 0,5 m korter dan proef 1. De uitkraging van de galerijplaten bedroeg 1,5 m waarmee de verankering van de staaf in de achterliggende vloerconstructie slechts 0,5 m bedroeg.

De bezwijkbelasting van proef 2 bedroeg $5,50 \text{ kN/m}^2$ (550 kg/m^2). De doorbuiging aan het uiteinde van de galerij bedroeg circa 79 mm.

4. De capaciteit en het bezwijkmechanisme van de versterkingsmethode 'Vogel'
- 4.1. *Primair moment door belasting*
 Het optredende steunpuntsmoment net voor bezwijken bij proef 1 bedraagt circa $4,5 * 0,5 * (5,07 + 2,88) * 1,5^2 = 40,25$ kNm/plaat, resulterend in een trekkracht van circa 150 kN (15.000 kg) per bar.
 De gemiddelde trekcapaciteit is echter vastgesteld op 358 kN (35.800 kg) per bar.
 ABT is van mening dat naast het optreden van een zuivere trekkracht t.g.v. het uitwendige moment in de koolstofstaaf ook een intern moment optreedt. Dit interne moment in de staaf is het gevolg van de kromming die optreedt door de relatief grote doorbuiging van de galerijplaat vlak voor bezwijken.
- 4.2. *Secundair moment door kromming*
 Op basis van de restcapaciteit van de staafdoorsnede kan bepaald worden welk moment in de staaf aanwezig is geweest.
 Bij een zuivere trekkracht van circa 150 kN (15.000 kg) kan een secundair moment in de staaf worden opgenomen van circa 0,362 kNm. Dit moment is bepaald door de resterende capaciteit toe te kennen aan een buigend moment d.m.v. de formule $M = \sigma_{\text{resterend;bar}} \times W_{\text{bar}}$.
 De kromtestraal die bij dit staafmoment hoort komt niet overeen met de inwendige hefboomsarm. Met andere woorden: het scharnierpunt ligt buiten de betonddoorsnede en de optredende kromming treedt niet alleen in de scheur zelf op.
 Op basis van de gevonden kromtestraal en de optredende hoekverdraaiing van de galerijplaat kan de afstand waarover de kromming optreedt worden benaderd.
 Bij proef 1 blijkt het invloedsgebied circa 61 mm te bedragen, wat neerkomt op 30,5 mm aan beide zijden van de scheur.
- In het invloedsgebied treden er hoge drukspanningen op direct onder de staaf, waarbij door kleine splijtscheuren de hoekverdraaiing van de staaf in het invloedsgebied van circa 61 mm mogelijk wordt. Zie hiervoor onderstaande foto van een koolstofstaaf welke na de proefbelasting is doorgezaagd.



Figuur 2; Splijtscheuren

5. conclusie
 ABT concludeert dat de capaciteit van de CFRP-bar maar voor circa 50% wordt benut in de beproefde opstelling als gevolg van het bijkomende krommingseffect.
 Bij reguliere stalen wapeningsdoorsneden treedt dit effect ook op, echter zijn de optredende krommingen veel lager waardoor dit effect veelal verwaarloosd wordt.
- Op basis van de full-scale proeven blijkt de verankeringslengte circa 300 mm te bedragen bij het optreden van 150 kN trekkracht. Dit kan geconcludeerd worden op basis van de slibsporen van de staven in de lijmverbinding.

Bijlage 2

Berekening toelaatbare trekkracht

Rechtstreekse bepaling van X_d (bij toetsing UGT) o.b.v. NEN 1990 D7.3
Versie: definitief

1. Principe bepaling X_d
 NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011
 'Grondslagen van het constructief ontwerp'

D.7.3 'Rechtstreekse bepaling van de rekenwaarde bij toetsing van de uiterste grenstoestand'

$$X_d = \eta_d * m_x * \{ 1 - k_{d,n} * V_x \}$$

Waarin:

X_d : rekenwaarde van de weerstand;

η_d : onzekerheden die niet zijn voorzien in de proeven;

m_x : gemiddelde van de resultaten van n steekproeven;

$k_{d,n}$: Tabel D2 - Waarden van $k_{d,n}$ voor de rekenwaarde bij uiterste grenstoestand

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_x bekend	4,36	3,77	3,56	3,44	3,37	3,33	3,27	3,23	3,16	3,13	3,04
V_x niet bekend	-	-	-	11,40	7,85	6,36	5,07	4,51	3,64	3,44	3,04

V_x : variatiecoëfficiënt van X.

D6 'Algemene beginselen van statistische evaluaties'

(2) daar waar slechts één proef (of zeer weinig proeven) wordt (worden) gedaan, is geen klassiek statistische beschouwing mogelijk. Enkel het gebruik van uitvoerige voorkennis in samenhang met hypothesen omtrent de betrekkelijke mate van belangrijkheid van deze voorkennis en van de proefresultaten maken het mogelijk een interpretatie als statistisch te bestempelen (bayesiaanse procedures, zie ISO 12491).

ISO 12491 'Statistical methods for quality control of building materials and components'

5.3. 'Bayesian approach'

The crucial point in the Bayesian procedure is the choice of the prior distribution function $\Pi'(\Theta)$. Engineering judgement is often needed. In some cases there may be substantial information from previous tests of similar products which may be used to construct $\Pi'(\Theta)$.

2.

Voorkennis

Het maatgevende bezwijkmechanisme is breuk van de CFRP staaf. Het ligt daarom zeer voor de hand dat de spreiding in de draagkracht van met VVUV – systeem versterkte galerijen een overeenkomstige waarde heeft.

Op basis van onderzoek TB1214 d.d. 22-04-2015 (bij S&P op te vragen) uitgevoerd conform ASTM D3039M-2008 door het NLR (National Aerospace Laboratory) blijkt de gemiddelde treksterkte $f_{fu,aver}$ 2318 N/mm² te bedragen. De gevonden standaarddeviatie 'σ' bedraagt 133 N/mm².

3.

Bepaling X_d

$$V_x = \frac{s_x}{m_x} = \frac{133}{2318} = 0,057$$

$$k_{d,n} = 3,77 \text{ (af te lezen in tabel D2)}$$

$$\eta_d = 0,93 \text{ (afhankelijk gesteld van spreiding in boorhoogte, zie hoofdstuk 4 'Bepaling η_d ')}$$

bezwijkbelasting anker proef 1: 157,80 kN

bezwijkbelasting anker proef 2: 166,43 kN

$$m_x = \frac{157,80 + 166,43}{2} = 162,12 \text{ kN}$$

$$X_d = 0,93 * 162,12 * \{ 1 - 3,77 * 0,057 \}$$

$$X_d = 118,37 \text{ kN} = 118 \text{ kN}$$

Zie bijlage 6 voor een aanvullende berekening van de toelaatbare ankerkracht bij een gewijzigde verankeringslengte conform ACI 440.1R-15.

4.

Bepaling η_d

Metingen van de boorhoogten (hoogte ligging d), zie ook de foto's met de metingen op de hierop volgende pagina's.

Foto nr.	Hoogte ligging d
1	80
1	80
1	79
1	79
1	76
1	75
1	71
2	78
2	77
2	77
2	77
2	77
3	78
3	78
3	78
3	78
4	77
4	76
4	76
4	77
4	77
5	64
5	66
5	68
5	71
5	73
6	75
6	75
6	76
6	76
6	76
6	78
7	79
7	79
7	79
7	78
7	76
7	75
8	74
8	72
8	73
8	73
9	78
9	79
9	79
9	80
9	80
10	76
10	75
10	75
10	75
10	76
10	76
12	77
12	74
13	73
13	73
13	73
13	72
n	59 st.
Gem	75,73 mm
STDEV	3,27 mm
Alpha	1,671
5%	70,26 mm

$$\eta_d = \frac{70,26}{75,73} = 0,93$$

Veip

Delft

Düsseldorf

Antwerpen















Bijlage 3

Productblad S&P resin 220

S&P Resin 220 Epoxylijm

Tweecomponentenlijm op basis van epoxyhars voor FRP-systemen van S&P

Gebruik

- verlijmen van CFK-lamellen van S&P op beton, staal en hout zodat er een krachtige verbinding ontstaat

Beschrijving van het materiaal

S&P Resin 220 Epoxylijm is een tweecomponentenlijm op basis van epoxyhars die geen oplosmiddelen bevat, die thixotrope is en grijs van kleur en die speciaal is ontwikkeld voor het verlijmen van lamellen uit koolstofvezel (CFK-lamellen van S&P). De eigenschappen van het materiaal in de verse en uitgeharde lijn zijn afgestemd op de specifieke eisen die de firma S&P aan dit systeem ter versterking van onderdelen stelt.

De lijn is als onderdeel van het systeem gecertificeerd met de software FRP Lamella die de berekeningen uitvoert.

Voordelen

- klaar om verwerkt te worden (geen toevoeging van vulstof noodzakelijk)
- gebruiksvriendelijke verwerkingstijd
- krachtige lijn met een hoge stabiliteit
- thixotrope, dus de lijn loopt niet weg of naar beneden
- hoge mechanische stabiliteit
- beperkte krimp bij het uitharden
- hecht op mat-vochtige ondergrond
- bevat geen oplosmiddelen

Voorbereiding van de ondergrond

De voorwaarde voor het gebruik van CFK-lamellen als nadien aangebrachte versterking is een eigen treksterkte van de dragende ondergrond van minstens 1,5 N/mm². Op de ondergrond mogen zich geen substanties bevinden die de hechting enigszins negatief kunnen beïnvloeden (olie, vet, enz.). Bovendien moet de ondergrond stofvrij, proper, stevig en grotendeels droog zijn.

Maximaal vochtgehalte van de ondergrond: 4 %

Het beton moet naar gelang het klimaat minstens drie tot zes weken oud zijn.

Tips

Bij versterking van onderdelen met het FRP-systeem van S&P moeten de trekkrachten uit de lamellen via de lijn naar de dragende ondergrond doorgegeven kunnen worden. Om die reden moet de ondergrond altijd mechanisch behandeld (schoongemaakt) zijn. Hiervoor kan men de gebruikelijke methodes zoals slijpen, frezen, zandstralen, enz. hanteren. Vóór de montage van de CFK-lamellen moeten de oneffenheden weggewerkt worden. Dit is nodig om ervoor te zorgen dat er bij trekbelasting geen draaiende krachten ontstaan. Over een lengte van 200 cm mag

het hoogteverschil max. 0,5 cm bedragen. Geschikt materiaal: S&P Resin 230 Egalisatiemortel.

Verwerking

- **Mengen:**
De componenten afzonderlijk mengen en component B vervolgens bij component A voegen en het geheel grondig mengen tot de kleur gelijkmatig grijs en de massa geen slierten bevat. Het gemengde materiaal in een ander recipiënt gieten om te kunnen controleren of de volledige massa correct gemengd is. Met een laag toerental (< 400 toeren per minuut) mengen om zo weinig mogelijk lucht in het mengsel te krijgen.
- Het oppervlak van de lamellen moet met S&P Cleaner schoongemaakt en ontvet worden vooraleer de lijm aangebracht mag worden.
- Voordien eventueel met een spatel een laag lijm met een dikte van ca. 1 mm op de ondergrond aanbrengen.
- De lijm gelijkmatig dakpansgewijs in een laag van ca. 2-3 mm aanbrengen op de lamel.
- Binnen de tijd waarin de lijm open staat, de lamel in de vooraf geplamuurde laag lijm drukken en met een rol gelijkmatig inbedden tot de lijm langs beide zijden uit de voeg gedrukt worden. Resterende minimumlaag lijm: 1 mm. Maximale dikte: 4 mm.
- Het aanbrengen van de lijm op de lamel gebeurt bij voorkeur met een zogenaamde applicatieslede.
- De aangebrachte lamel moet na het aanbrengen van de lijm gecontroleerd worden: door ze te bekloppen, kan men vaststellen of er een homogene verbinding bestaat.
- Aangezien epoxylijm slechts tegen bepaalde temperaturen bestand is, moet rekening worden gehouden met de eisen inzake brandpreventie.
- Het oppervlak van de lamellen kan om optische redenen overschilderd worden.

Verbruik

ca. 1,75 kg/m²/mm

Reiniging

Materiaal dat nog niet is uitgehard, kan met S&P Cleaner opgeruimd worden. Materiaal dat uitgehard is, kan alleen nog mechanisch verwijderd worden.

Leveringsvorm

Eenheden à 5 kg en à 15 kg (A + B)

Veiligheidsinstructies

Instructies inzake gevaren, veiligheid en de afvalverwerking vindt u op het Europese veiligheidsinformatieblad en het etiket op de verpakking.

Technische gegevens

Vorm	pasta	Component A en B
Kleur	lichtgrijs	Component A
	zwart	Component B
Densiteit	ca. 1,75 g/cm ³	Component A
	ca. 1,75 g/cm ³	Component B
Mengverhouding A:B	4:1	Qua gewicht
Mengverhouding A:B	4 : 1	Qua volume
Verwerkingstijd	ca. 90 minuten ca. 60 minuten ca. 30 minuten	bij +10°C bij +20°C bij +30°C
Buigsterkte	> 30 N/mm ²	
Druksterkte	> 90 N/mm ²	
Treksterkte	> 2 N/mm ² > 3 N/mm ² > 2 N/mm ² > 14 N/mm ²	op beton, 3 dagen, 20°C op CFK-lamellen S&P op S&P Resin 230 Egalisatiemortel staal op staal (zonder primer)

Temperatuur voor de verwerking

Kan verwerkt worden bij een temperatuur van +10° C tot +35° C.

De temperatuur van de ondergrond moet minstens 3° C hoger zijn dan het dauwpunt!

Voorwaarden voor de opslag

De componenten A + B kunnen één jaar worden opgeslagen. Ze moeten opgeslagen worden bij + 5° C tot + 25° C. Bevroren of onderkoeld materiaal langzaam opwarmen en homogeniseren.

Gedrag van verbindingen

Tests met verbindingen met S&P Resin 220 en oppervlakkig op beton verlijmde CFK-lamellen van S&P:

Technische universiteit Kassel (Duitsland)

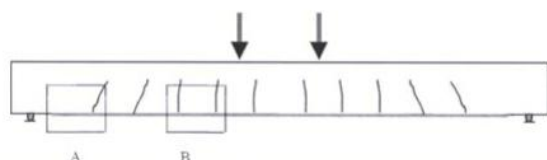
Hogeschool Fribourg (Zwitserland)

Technische universiteit Braunschweig (Duitsland)

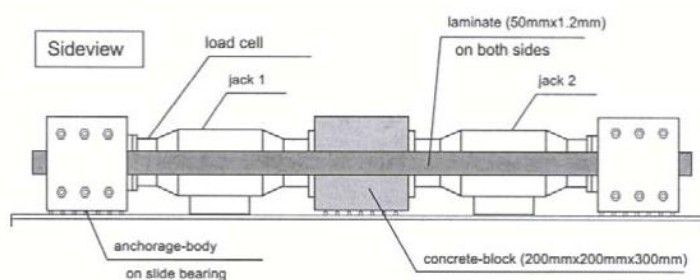
CHUNGBUK National University Korea

Technische Universiteit Lissabon (Portugal)

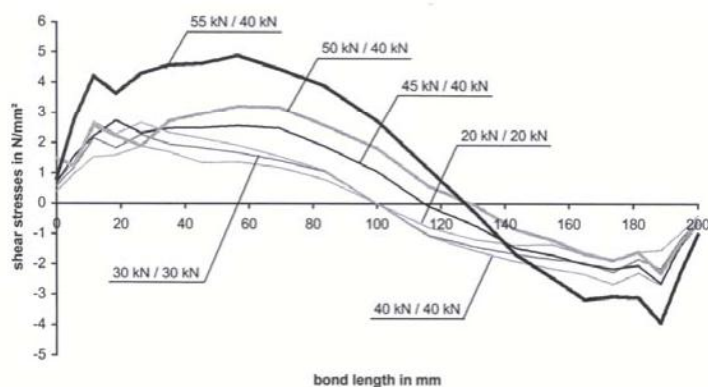
en andere instellingen



Afb. 1: Experimenteel onderzoek naar bereik van verbinding A (einde van lamel), B (tussen 2 scheuren)



Afb. 2: Simulatie van de diverse afschuifspanningen op de lijm S&P Resin 220



Afb. 3: Berekening van de spanningen binnen de verbinding bij een laag lijm met een dikte van 2 mm

De modellen die de software FRP Lamella bij de berekeningen hanteert, zijn gebaseerd op de tests voor verbindingen met de lijmsoorten S&P Resin 220 en S&P Lamelle CFK. De gedetailleerde verslagen over die onderzoeken kan u bij S&P Clever Reinforcement Company.

Bijlage 4

Productblad S&P koolstoflijmwapening

Technische gegevens CFK-lamellen van S&P

- **productomschrijving**

Productie middels pultrusie proces, voor structurele versterking van beton

(conform CUR-Aanbeveling 91), staal en hout constructies.

S&P 150/2000 en 200/2000 lamellen worden toegepast als externe opgelijmde

lijmwapening, in combinatie met epoxylijm S&P Resin 220

S&P Carbon Rods worden toegepast als interne lijmwapening, in combinatie met epoxylijm S&P Resin 220.

- **Testrapporten/certificaten**

- Deutsches Institut Für Bautechnik Z-36.12-65, bauaufsichtliche Zulassung S&P lamel en S&P resin 220

- SOCOTEC rapport No. KX0863, sept 2000: Rapport Dénquete Technique- Cahier des Charges – procede V2C, C-sheets 240 and 640

- SOCOTEC rapport No. KX0245/1, sept 2003: Rapport Dénquete Technique- Cahier des Charges – S&P Laminates (Mbrace CFK) and C-Sheet

- BVQi certificate (Switzerland) for SN en ISO 9001, certificaatnummer CH4665640

- Certificate of registration. NP EN ISO 9001:2008- productie S&P Portugal certificaatnummer PT-2011/CEP.4019

- M.b.t. de S&P Carbon rods: ASTM D3039 Tensile Properties of Polymer Matrix Composite materials- Testmachine Instron 100 kN- Uitgevoerd door NLR

- Diverse rapporten wereldwijd door S&P Clever Reinforcement Company Research and development in elk land

- **Toepassingsgebied**

Aanpassing van de dragende constructie aan nieuwe eisen:

- aanpassing van het dragende systeem
- verhoging van de nuttige belasting
- vervangingen bij het doorbreken van plafonds (sparingen)
- toename verkeersklasse op kunstwerken (bruggen), versterken betonconstructie
- verhogen van de buigcapaciteit door het gebruik van vezels evenwijdig aan de overspanning van de te versterken ligger
- verhogen van de dwarskrachtcapaciteit door het gebruik van vezels orthogonaal op de overspanning van de te versterken ligger
- verhogen van de ductiliteit van eindsecties van kolommen en liggers door het omwikkelen (wrapping) van de doorsnede
- voorkomen van uitknikken van langswapening in kolommen door het omwikkelen van de doorsnede
- verhogen van de trekcapaciteit van kolom- balkverbindingen of stabiliteitswanden door het toevoegen van vezels evenwijdig aan de hooftrekspanningen in de constructie
- verbeteren van overlappingslassen en stekverbindingen door het omwikkelen van de doorsnede

Verbetering van de gebruiksvriendelijkheid:

- vermindering van het doorbuigen
- demping c.q. stabilisering van trillingen
- realiseren van een constructie die bestand is tegen aardbevingen
- vermindering van scheurbreedten en vermoeiingen

Wegwerken van gebreken aan de dragende constructie

- schade die het gevolg is van corrosie
- schadegevallen, vb. brand, botsing, explosie, enz.
- fouten bij de planning of de uitvoering
- veroudering constructie.
- daar waar wapening weggehaald wordt of te kort is.

- **Eigenschappen**

- gering eigen gewicht
- geringe dikte van de in te bouwen laag
- zeer hoge stabiliteit
- hoge elasticiteitsmodulus
- uitstekende reacties bij optredende vermoeidheid
- zeer eenvoudig in applicatie
- bestand tegen corrosie
- Hoog alkalibestendig
- kan overschilderd worden.
- met certificaat, bewijs van productie conform productspecificaties.

- **Productgegevens**

Type: S&P Lamellen CFK 150 / 2000

- Karakteristieke E-module van minimaal 165 kN/mm²
- Karakteristieke treksterkte van minimaal 3100 N/mm² (treksterkte bij breuk >2800 N/mm²)

Type: S&P Lamellen CFK 200 / 2000

- Karakteristieke E-module van minimaal 210 kN/mm²
- Karakteristieke treksterkte van minimaal 3200 N/mm² (treksterkte bij breuk >2900 N/mm²)

Type S&P Carbon Rods CFK 150

- Karakteristieke E-modules van minimaal 150 kN/mm²
- Karakteristieke treksterkte van minimaal 2100 N/mm²

- **Levering Lamellen**

Levering op rollen van 150 m of op maat geconfectioneerd. Op verzoek kan een toestel voor het afrollen ter beschikking worden gesteld. Speciale maten op aanvraag.

- **Levering Rods**

Levering op lentes van 6 m of op maat geconfectioneerd. Speciale maten op aanvraag.

- **Gebruik**

De S&P Lamellen CFK worden gebruikt als extern verlijmd versterkingen ter verhoging van de buigsterkte bij dragende elementen uit gewapend beton en hout of natuursteen.

Oppervlakverlijmde lamellen:

Type lamel	Doorsnede	Max. trekkracht bij 0,6 % rek	Max. trekkracht bij 0,8 % rek
150/2000 E-module: > 165.000 N/mm ² (gemiddelde)	[mm ²]	Ontwerp treksterkte 1000 N/mm ²	Ontwerp treksterkte 1300 N/mm ²
50 / 1.2	60	60.0 kN	78.0 kN
50 / 1.4	70	70.0 kN	91.0 kN
60 / 1.4	84	84.0 kN	109.2 kN
80 / 1.2	96	96.0 kN	124.8 kN
80 / 1.4	112	112.0 kN	145.6 kN
90 / 1.4	126	126.0 kN	163.8 kN
100 / 1.2	120	120.0 kN	156.0 kN
100 / 1.4	140	140.0 kN	182.0 kN
120 / 1.2	144	144.0 kN	187.2 kN
120 / 1.4	168	168.0 kN	218.4 kN
150 / 1,2	180	180.0 kN	234.0 kN
Type lamel	Doorsnede	Max. trekkracht bij 0,6 % rek	Max. trekkracht bij 0,8 % rek
200/2000 E-module: > 210.000 N/mm ² (gemiddelde)	[mm ²]	Ontwerp treksterkte 1250 N/mm ²	Ontwerp treksterkte 1650 N/mm ²
50 / 1.4	70	87.5 kN	115.5 kN
60 / 1.4	84	105.0 kN	138.6 kN
80 / 1.4	112	140.0 kN	184.8 kN
90 / 1.4	126	157.5 kN	207.9 kN
100 / 1.4	140	175.0 kN	231.0 kN
120 / 1.4	168	210.0 kN	277.2 kN

Inkeep-lamellen:

Type lamel	Doorsnede	Max. trekkracht bij 0,6 % rek
150/2000 E-module: > 165.000 N/mm ² (gemiddelde)	[mm ²]	Ontwerp treksterkte 1850 N/mm ²
10 / 1.4	14	25.9 kN
10 / 2,8	28	51.8 kN
20 / 1.4	28	51.8 kN
20 / 2,8	56	103.6 kN
200/2000 E-module: > 210.000 N/mm ² (gemiddelde)	[mm ²]	Ontwerp treksterkte 2200 N/mm ²
10 / 1.4 *	14	30.8 kN
20 / 1.4 *	28	61.6 kN

*) Alleen voor grotere hoeveelheden op aanvraag!

Wapeningstaven: Rebars

Type Bar	Doorsnede	Gem. Treksterkte	Uiterste trekbelasting	Rek tot breuk
CFK150 E-module: > 155.000 N/mm ² (gemiddelde)	[mm ²]	N/mm ²	kN	%
S&P Carbon Rod 150 diameter 14 (glad)	153,9	2300	356	1,4
Andere diameter op aanvraag				

Type Bar	Doorsnede	Gem. Treksterkte	Uiterste trekbelasting	Rek tot breuk
Aslan 200 E-module: > 124.000 N/mm ² (gemiddelde)	[mm ²]	N/mm ²	kN	%
S&P Aslan 200 diameter 6 (ruw)	31,67	2240	70,8	1,81
S&P Aslan 200 diameter 10 (ruw)	71,26	2172	154,1	1,75
S&P Aslan 200 diameter 13 (ruw)	126,7	2068	261,6	1,67

Bijlage 5

Uitgangspunten



RAPPORTAGE

Project : Sweelinckstraat 224-226 te Vlaardingen
 Projectnr. JVZ : 17343A
 Rapportnr. JVZ : 17343A.01
 Betreft : Beoordelen constructieve veiligheid conform CUR 248
 Onderdeel : Balkons

**Uitvoerend
onderzoek:** Concept Ingenieurs
 Spinfondsweg 16
 8171 NV Vaassen
 0578-560407

Projectleider: Ing. M.V. Alberts

**Constructeur
en opsteller:** JVZ Raadgevend Ingenieursburo bv
 Postbus 26
 7400 AA Deventer
 0570-629100

Projectleider: Ing. M. Moerman RC

Constructeur: Ing. W. Zwiers

versie	datum	omschrijving wijzigingen	opgesteld		gecontroleerd	
			initialen	paraaf	initialen	paraaf
-	11-10-2017		ZWW		MOM	
b						
c						

INHOUDSOPGAVE

	Bladzijde
<u>HOOFDSTUK 1: Toetsingsoverzicht</u>	<u>3</u>
1.1 Toetsing balkons	4
<u>HOOFDSTUK 2: Algemene uitgangspunten</u>	<u>5</u>
2.1 Algemene projectgegevens	5
2.2 Toetsingsprocedure	5
2.3 Materiaalkwaliteiten	6
2.4 Normen	6
2.5 Gevolgklasse, restlevensduur en referentieperiode (conform NEN 8700)	6
<u>HOOFDSTUK 3: Verkennend onderzoek (stap 1)</u>	<u>7</u>
3.1 Dossieronderzoek (stap 1.1)	7
3.1.1 Algemene informatie	7
3.1.2 Informatie uit dossierstukken mbt geometrie en wapening	7
3.1.3 Overige informatie	7
3.1.4 Dossier bestaande tekeningen (fragmenten)	7
3.1.5 Dossier bestaande berekeningen (fragmenten)	8
3.2 Visuele inspectie huidige situatie (stap 1.2)	9
3.2.1 Foto's huidige situatie	9
3.2.2 Inmeting	11
3.2.3 Resumé visuele inspectie	11
<u>HOOFDSTUK 4: Onderzoek naar de wapening (stap 2)</u>	<u>12</u>
4.1 Dekkings- en staafafstandsmetingen (stap 2.1)	12
4.1.1 Huis- en dekkingsnummers	12
4.1.2 Dekkingsmetingen	13
4.2 Lokaal vrijmaken en opmeten van de wapening (stap 2.2)	17
<u>HOOFDSTUK 5: Constructieve beoordeling balkons (stap 3a)</u>	<u>18</u>
5.1 Uitgangspunten rekenkundige toets draagvermogen (stap 3.1)	18
5.2 Rekenkundige toets draagvermogen (stap 3.1)	19
5.2.1 Controle lijn- en puntlast middels vloeilijntheorie	22
5.3 Conclusie	24
<u>HOOFDSTUK 6: BIJLAGEN</u>	<u>25</u>
BIJLAGE I - CUR 248 – stappenplan toelichting	1

HOOFDSTUK 1: Toetsingsoverzicht

In voorliggend rapport zijn volgens het stappenplan van CUR 248 de **uitkragende balkons** onderzocht van dit project. In navolgend toetsingsoverzicht zijn per onderdeel en per stap conclusies verzameld.

Deze conclusies zijn gebaseerd op de voor dit project beschikbare informatie, gecombineerd met de gedane aannamen, aanvullende onderzoeken, en de uitgevoerde controleberekeningen. Voor nadere toelichting bij de stappen wordt verder verwezen naar het stappenplan uit CUR 248 welke als bijlage aan dit document is toegevoegd.

Toelichting bij gehanteerde publiek- en privaatrechtelijke eisen (conform NEN 8700)

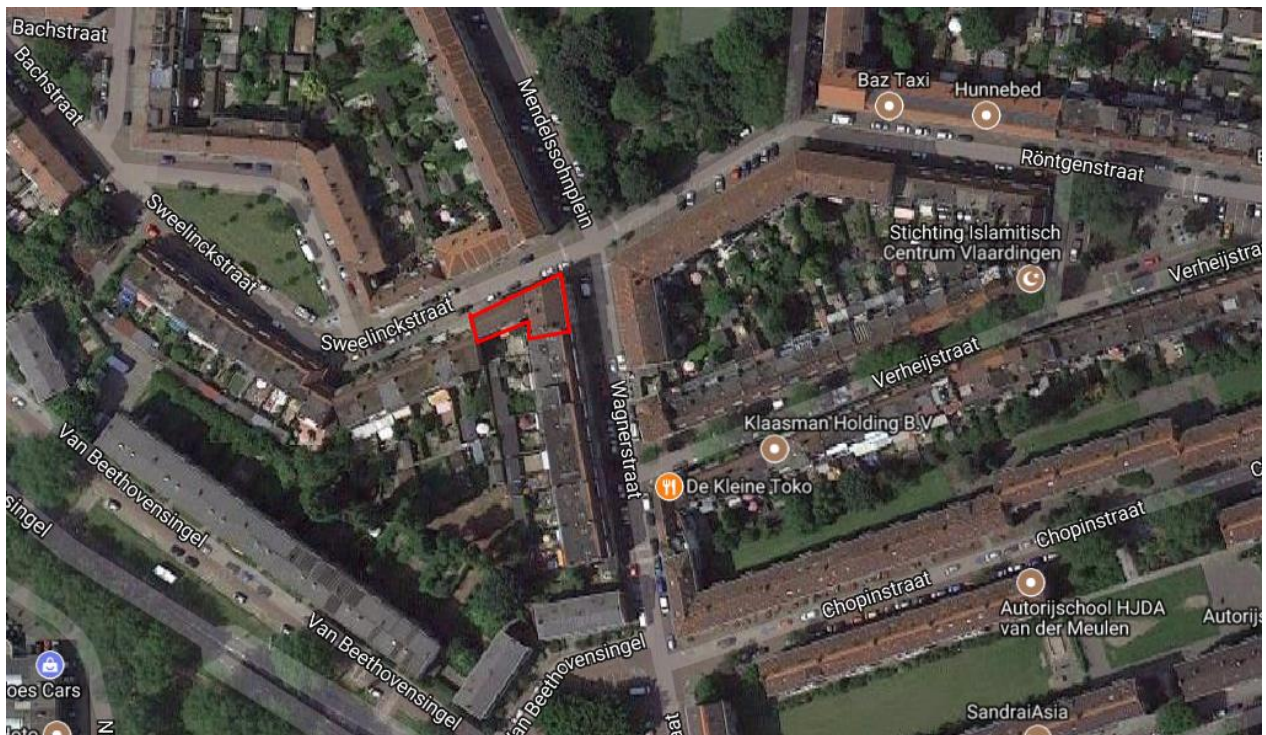
Aan het wettelijke vastgestelde *publiekrechtelijke* minimum niveau van constructieve veiligheid wordt voldaan indien het zogeheten *afkeurniveau* niet wordt onderschreden.

Daarnaast is het aan te bevelen om ook de constructieve veiligheid gedurende de beoogde levensduur aan *privaatrechtelijke* eisen te beoordelen, zijnde het *verbouwniveau*.

Publiekrechtelijk is alleen afkeuren van belang. Om inzicht te krijgen in de veiligheid tijdens de beoogde levensduur van 30 jaar is ook de toets op verbouwniveau toegevoegd.

Getoetst zijn de **uitkragende balkons** van onderstaande locatie:

- Sweelinckstraat 224-226 te Vlaardingen



1.1 Toetsing balkons

Tabel controle afkeurniveau (publiekrechtelijk) en verbouwniveau (privaatrechtelijk) type onderdeel:		
Balkons: Sweelinckstraat 224-226		
Stap	Check	Maatregel / Toelichting
Stap 3a		Bestaande bouw afkeurniveau (1 jaar) CONSTRUCTIE VERSTERKEN EN/OF BELASTINGEN AANPASSEN!
Stap 3a		Bestaande bouw verbouwniveau (30 jaar) Constructie versterken en/of belastingen aanpassen!
Conclusie beoordeling volgens CUR 248:		
CONSTRUCTIE VERSTERKEN EN/OF BELASTINGEN AANPASSEN!		

Voor conclusie en aanbevelingen zie paragraaf 5.3

HOOFDSTUK 2: Algemene uitgangspunten

2.1 Algemene projectgegevens

Het project betreft een complex aan de **Sweelinckstraat te Vlaardingen** bestaande uit 4 bouwlagen.

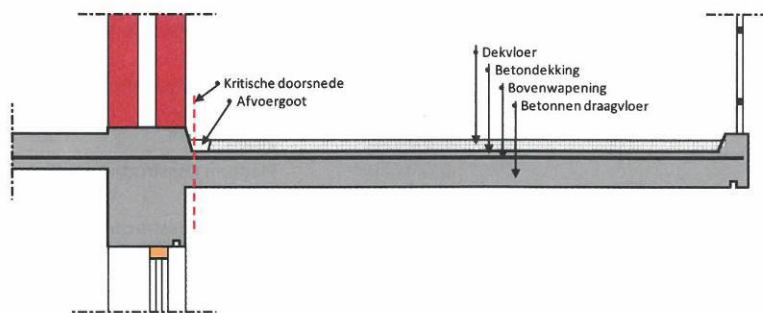
Deze rapportage behandelt de beoordeling van de constructieve veiligheid van:

- **De uitkragende balkons van dit complex.**

2.2 Toetsingsprocedure

Voor de beoordeling van deze constructieve veiligheid wordt gebruik gemaakt van de richtlijnen zoals gegeven in CUR Publicatie 248 – oktober 2014 "Onderzoek naar en beoordeling van de constructieve veiligheid van uitkragende betonnen vloeren van galerijflats" en NEN 8700:2011 (nl) "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen".

Het stappenplan uit dit CUR rapport en een toelichting hierop zijn in bijlage I van dit rapport opgenomen.



Principe doorsnede conform CUR 248

De bovenstaande figuur geeft het principe van de uitkragende vloerconstructie weer. Dossieronderzoek en aanvullend onderzoek geven de voor dit project relevante informatie voor de controle van de kritische doorsnede.

Concept Ingenieurs is verantwoordelijk voor het onderzoek ter plaatse.

JVZ is constructeur van dit project en zal voor Bouwtoezicht voor wat betreft constructieve zaken aanspreekpunt zijn.

2.3 Materiaalkwaliteiten

Voor materiaalkwaliteiten wordt verwezen naar renvoeien op de betreffende tekeningen. In het geval er géén materiaalkwaliteiten op de tekeningen aangegeven is wordt de minimale betonkwaliteit aangehouden welke volgens de toentertijd vigerende betonnorm gebruikelijk was óf de betonkwaliteit wordt aan de hand van geboorde cilinders beproefd. De betonkwaliteit is voor de beoordeling van de kritische doorsnede van ondergeschikt belang ten opzichte van de staalkwaliteit. In het geval er geen staalkwaliteiten bekend zijn wordt aan de hand van uitgenomen staven de staalkwaliteit bepaald. Aan de hand van in de CUR Publicatie 248 gegeven conversietabellen kan de kritische doorsnede vervolgens getoetst worden aan de hand van NEN 1992-1-1.

2.4 Normen

Gehanteerde normen (voor zover van toepassing):

- Eurocode 0: Grondslagen
- Eurocode 1: Belastingen op constructies
- Eurocode 2: Betonconstructies
- Bestaande bouw / verbouw
- NEN 8700:2011 (nl)
- CUR Publicatie 248 – oktober 2014

2.5 Gevolgklasse, restlevensduur en referentieperiode (conform NEN 8700)

Als uitgangspunt voor het bepalen van de referentieperiode wordt uitgegaan van NEN 8700. Het beschouwde project valt in gevolgklasse CC2 (tabel NB.21 – B1). De restlevensduur behorende bij het afkeurniveau bedraagt 1 jaar.

Voor de restlevensduur behorende bij het verbouwniveau wordt minimaal 15 jaar geëist (advies 30 jaar) welke overeenkomt met een referentieperiode van 15 jaar (30 jaar) (tabel B.2).

De referentieperiode bepaalt de aangepaste extreme waarde van de veranderlijke gelijkmatig verdeelde belasting. In deze berekening wordt als restlevensduur 30 jaar aangehouden.

HOOFDSTUK 3: Verkennend onderzoek (stap 1)

3.1 Dossieronderzoek (stap 1.1)

3.1.1 Algemene informatie

Gehanteerd bouwjaar voor dit project:

1949

Geldige betonnorm ten tijde bouw:

GBV1940

3.1.2 Informatie uit dossierstukken mbt geometrie en wapening

Oorspronkelijke wapeningstekeningen beschikbaar: ja

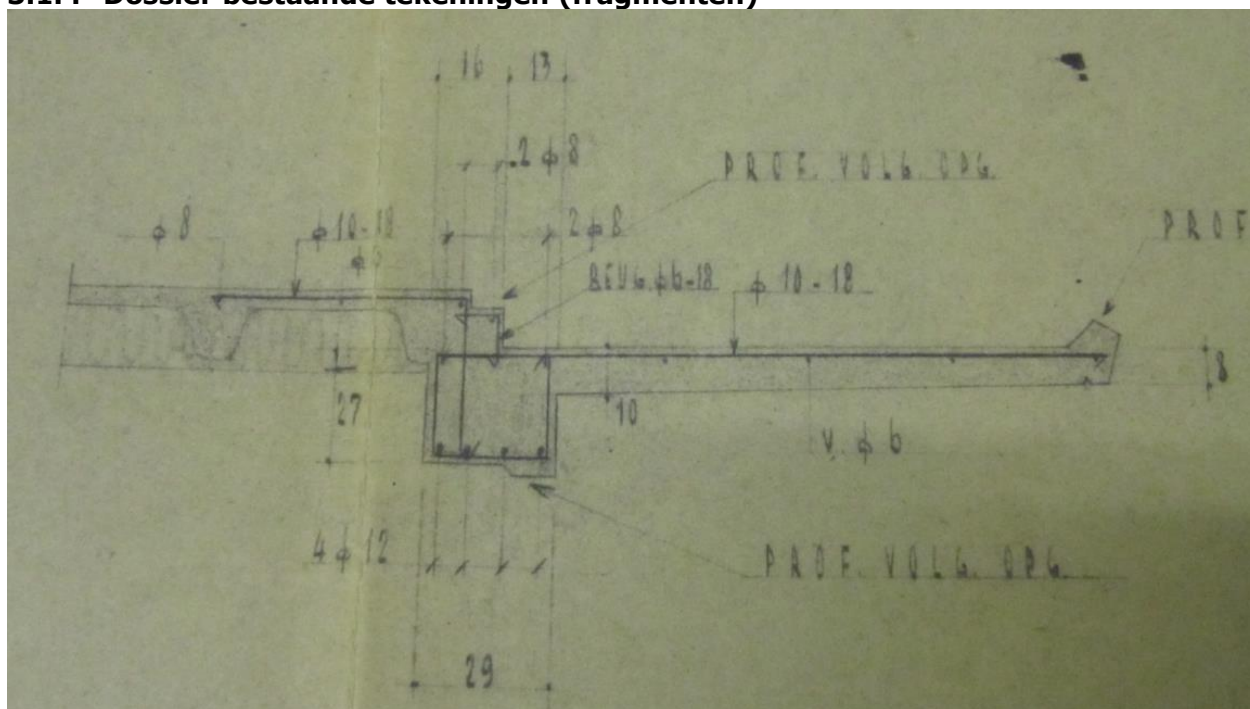
Oorspronkelijke wapeningsberekening beschikbaar: ja

3.1.3 Overige informatie

Onderhoudshistorie

geen informatie in dossier

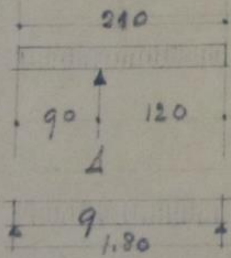
3.1.4 Dossier bestaande tekeningen (fragmenten)



Doorsnede balkon

3.1.5 Dossier bestaande berekeningen (fragmenten)

BALCON PERDELEN 9 EN 10



$$q = 540 \times 2.1 = 1140 \text{ kg.}$$

$$RA = \frac{1140 \times 1.05}{0.9} = 1330 \text{ kg.}$$

$$q = RA = 1330 \text{ kg.}$$

$$M = \frac{1}{12} \times 1330 \times 1.8^2 = 360 \text{ kgm.}$$

$$h = 12.6 = 40 \quad SG = 52. \quad Fy = 0.655 \times 10.5 \times 0.4 = 2.75 \text{ cm}^2$$

$$W = 3 \phi 12 \text{ onder en boven.}$$

Fragment berekening wapening

BALCON PERDEEL 13.

$$l = 3.20 \text{ m} \quad q = 540 \text{ kg.} \quad M = \frac{1}{8} \times 540 \times 3.2^2 = 690 \text{ kgm.}$$

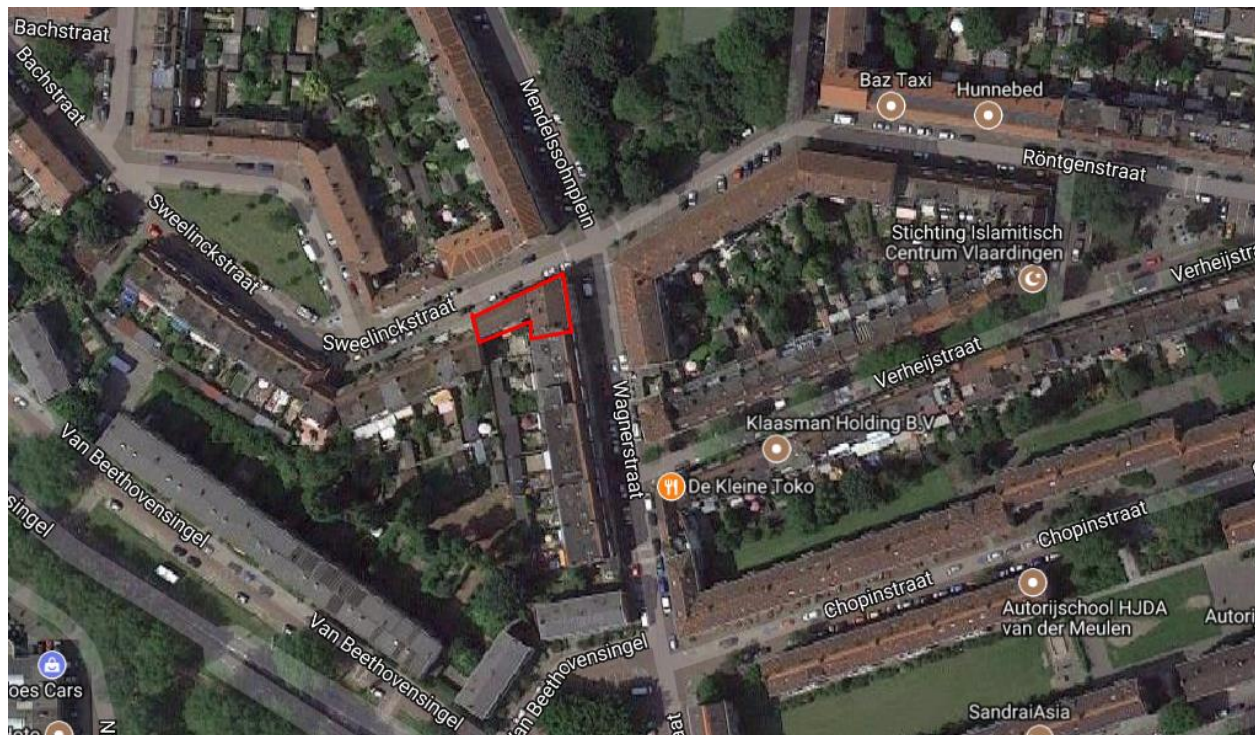
$$h = 10 \quad SG = 58. \quad Fy = 0.794 \times 8.5 = 6.7 \text{ cm}^2.$$

$$W = \phi 10 - 11.5 \quad V = \phi 6 - 20. \quad \text{Rester als balk 15.}$$

Fragment berekening wapening

3.2 Visuele inspectie huidige situatie (stap 1.2)

3.2.1 Foto's huidige situatie



Satellietfoto



Aanzicht balkon aan de achterzijde

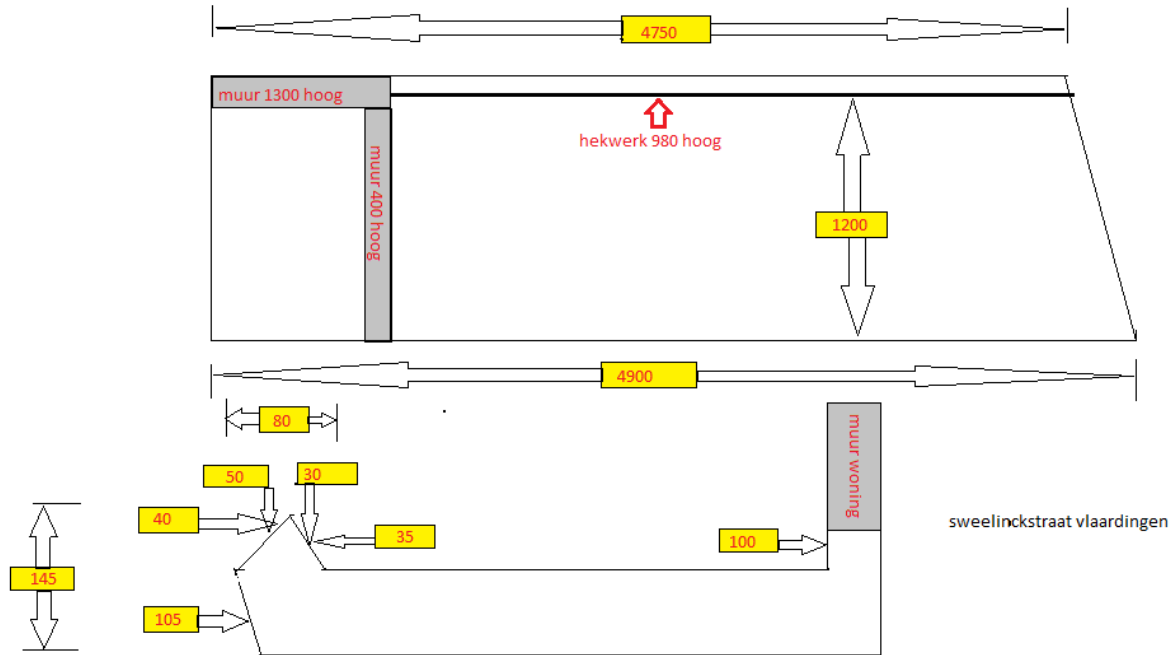


Aanzicht balkon aan de achterzijde



Aanzicht balkons achterzijde

3.2.2 Inmeting



Schets inmeting (Concept Ingenieurs).

3.2.3 Resumé visuele inspectie

Aanvullend op dossieronderzoek (stap 1.1) zijn volgende zaken vastgesteld:

Hoofdmaatvoering beton:	Conform inmeetgegevens Concept Ingenieurs
Breedte balkon achtergevel:	ca. 4750mm bij uitkraging en 4900mm bij gevel
Vloerdikte balkon achtergevel:	110mm (incl. deklaag)
Balustradetype en positie:	Hekwerk met metselwerk, zie bovenstaande schets.
Constructieve vloerdikte balkons:	100mm conform berekening
	80mm conform tekening

Voor de dikte van de vloer wordt de tekening als leidend aangehouden.

Aangezien met dossieronderzoek en visuele inspectie er nog niet voldoende informatie bekend is om vervolgstappen uit te voeren is onderzoek naar de wapening volgens stap 2 in dit geval vereist.

HOOFDSTUK 4: Onderzoek naar de wapening (stap 2)

4.1 Dekkings- en staafafstandsmetingen (stap 2.1)

4.1.1 Huis- en dekkingsnummers

Er zijn steekproefsgewijs metingen uitgevoerd aan de dekking en hart op hart afstand van de wapening van een aantal uitkragende platen. Deze metingen zijn bij de balkons uitgevoerd **vanaf de boven- of onderzijde.**

De nummers van de metingen betreffen de volgende huisnummers:

sweelinckstraat vloardingen						
Huis nr		L	H	B/O		
226 C		1246	1247	B		
226 D		1248	1249	O		
226 B		1250	1251	B		
226 C		1252	1253	O		
224 B		1254	1255	B	tegels 1cm	
224 C		1256	1257	O		

Metingen **evenwijdig** aan de gevel (betreft de **hoofdwapening**)

Metingen vanaf **boven** of **onderzijde**

Metingen **haaks** op de gevel (betreft de **verdeelwapening**)

4.1.2 Dekkingsmetingen

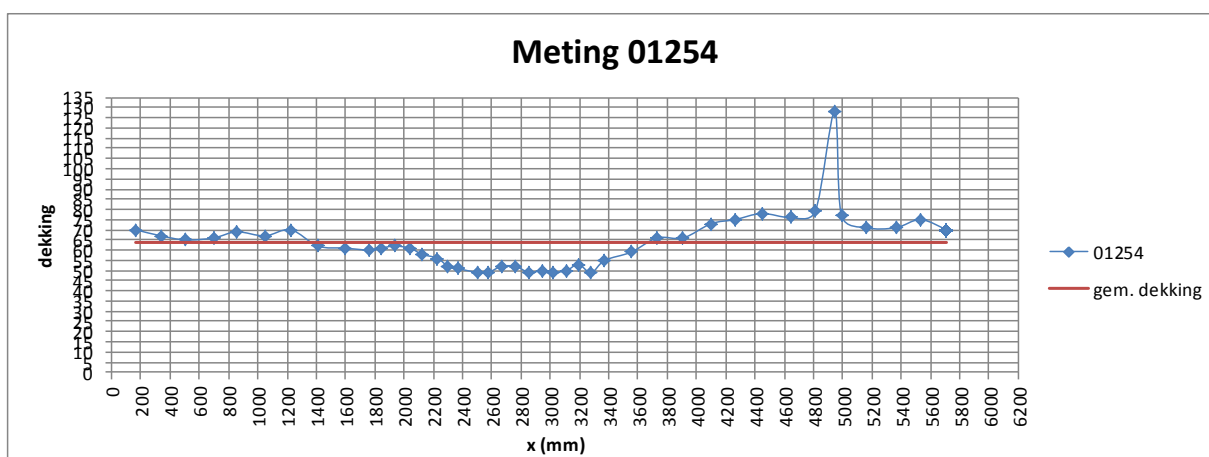
De scans evenwijdig aan de gevel geven een beeld van de ligging van de hoofdwapening. Van enkele metingen evenwijdig aan de gevel is hieronder het resultaat in grafiekvorm opgenomen

Tevens is van deze meting de gemiddelde dekking op de hoofdwapening bepaald en de gemiddelde hart op hart afstand bij deze meting.

Voor de andere metingen evenwijdig aan de gevel is dit op dezelfde wijze uitgevoerd.

metingnummer 01254
aantal staven 42 staven
gem. hoh afstand 135 mm
gem. dekking 64 mm

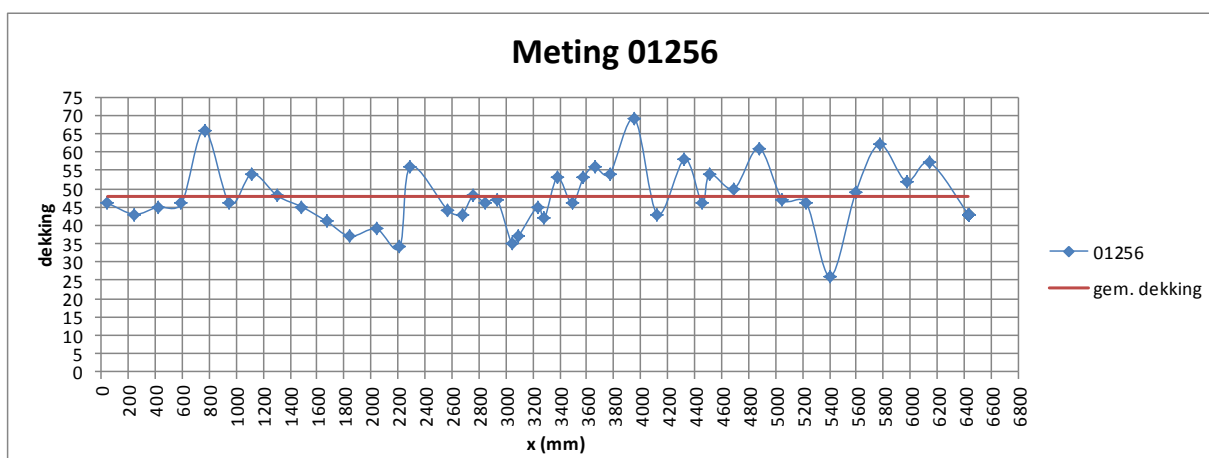
9 224B B



Meting vanaf bovenzijde

metingnummer 01256
aantal staven 43 staven
gem. hoh afstand 152 mm
gem. dekking 48 mm

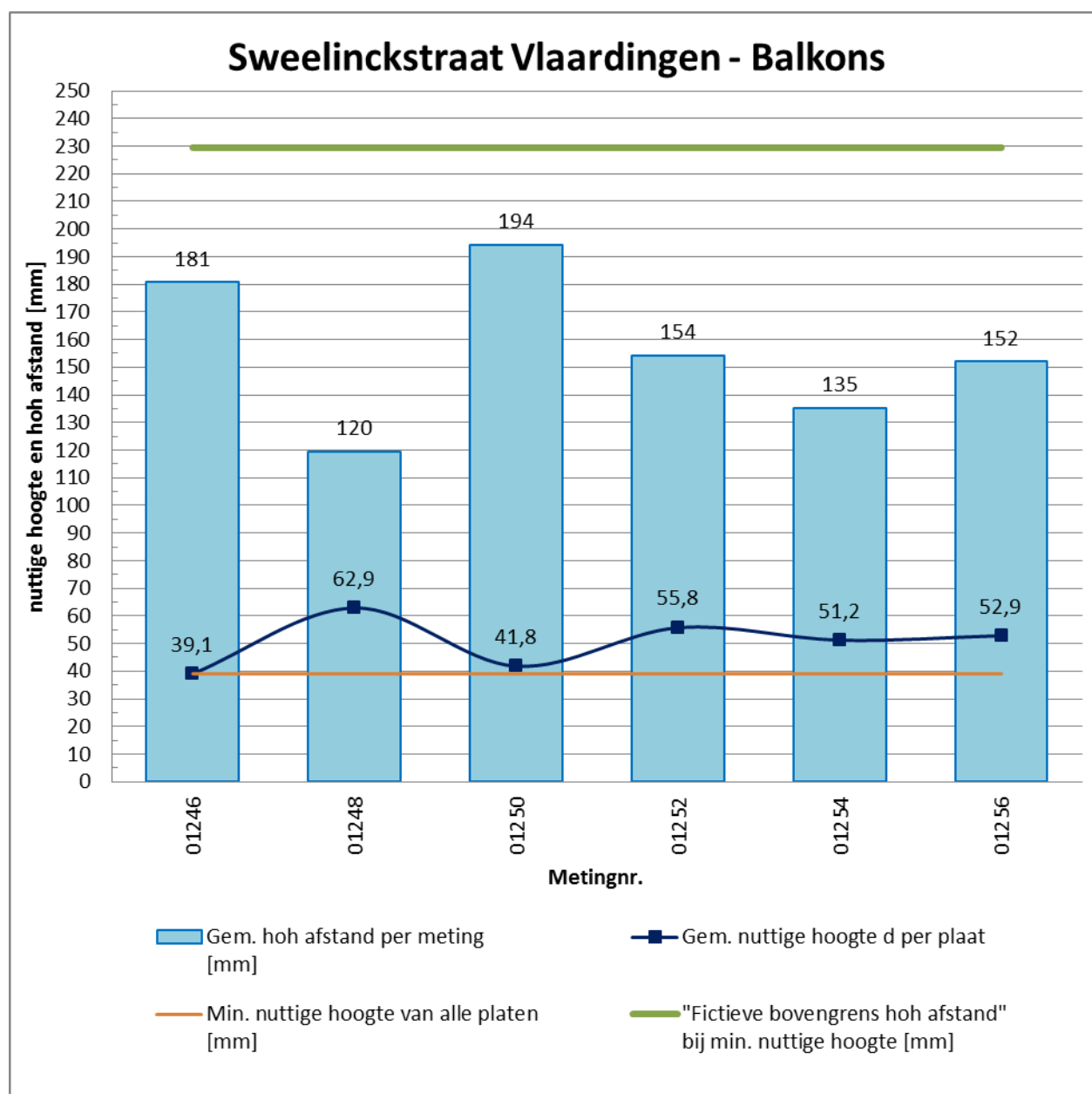
11 224C O



Meting vanaf onderzijde

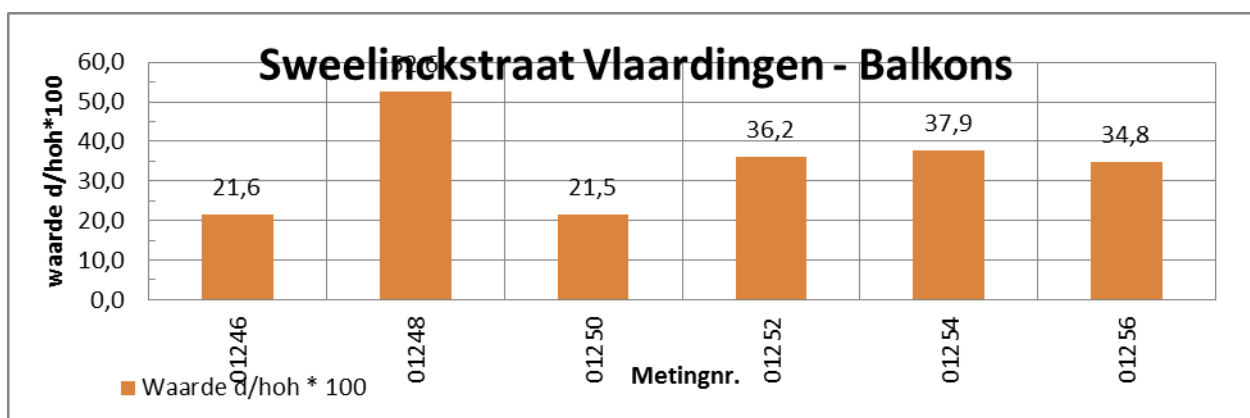
De sterkte van de uitkragende plaat wordt bepaald door een combinatie van de nuttige hoogte (d) van de wapening (hart wapening tot onderzijde plaat) en de hart op hart afstand. Een kleinere nuttige hoogte (d) en/of een grotere h.o.h. afstand zijn ongunstig voor de sterkte. De nuttige hoogte (d) volgt bij meting vanaf onderzijde uit de gemeten dekking op de staaf vermeerderd met de halve staafdiameter. Bij meting vanaf bovenzijde is de nuttige hoogte (d) gelijk aan de plaatdikte (h) minus gemeten dekking minus halve staafdiameter. Hierbij is de plaatdikte (h) exclusief afwerklaag.

In navolgende grafiek is een overzicht opgenomen van de gemiddelde nuttige hoogte (d) en h.o.h. afstanden per meting. Hierbij zijn, conform bestaande tekening, staven **10 mm** aangehouden.



In dit geval is onderzoek uitgevoerd aan een beperkt aantal platen. Om toch een uitspraak te kunnen doen over alle platen wordt hier gebruik gemaakt van statistiek. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de methode als beschreven in bijlage D7 van NEN-EN 1990. Hierin wordt een statistische methode omschreven om een 5% ondergrenswaarde te bepalen van een eigenschap die bijdraagt in de weerstand van een product.

De wapeningsligging is een weerstandsbepalende geometrische eigenschap. Deze eigenschap wordt hier als een gecombineerde waarde beschouwd zijnde de gemiddelde nuttige hoogte (d) gedeeld door de gemiddelde h.o.h.-afstand van dezelfde plaat. Hoe lager dit quotiënt hoe lager de sterkte van de betreffende plaat, zie onderstaande grafiek.



Conform NEN-EN 1990 bijlage D7 kan de rekenwaarde X_d van een eigenschap X bepaald worden met:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X \{1 - k_n V_X\}$$

Hierin is m_X de gemiddelde waarde en V_X de variatiecoëfficiënt ($=s_X/m_X$), waarbij geldt dat:

$$s_X^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - m_X)^2$$

k_n wordt afgelezen uit tabel D1 - Waarden van k_n voor de 5 % karakteristieke waarde:

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_X bekend	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
V_X niet bekend	-	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64	

Aangezien V_X hier niet bekend is uit voorkennis wordt de waarde afgelezen uit de regel " V_X niet bekend" bij de grootte van de uitgevoerde steekproef n . Op deze wijze kan een 5% karakteristieke waarde voor deze eigenschap worden gevonden. γ_M (de partiële materiaalfactor) en η_d (rekenwaarde van mogelijke omrekeningsfactor) worden voor deze geometrische eigenschap beide gelijk aan 1 gesteld. De materiaalfactor wordt verwerkt bij de vloeigrens van de wapening.

Op basis van deze methode wordt een 5% karakteristieke waarde voor de eigenschap "d/h.o.h.-afstand" gevonden.

In de controleberekening van de uitkragende platen wordt deze waarde in rekening gebracht door de h.o.h.-afstand te corrigeren en voor d de gemiddelde gevonden waarde van alle metingen tezamen in te voeren. In de grafiek op de voorgaande bladzijde zijn de gemiddelde nuttige hoogte en de gecorrigeerde hoh afstand (bovengrens) eveneens aangegeven.

Sweelinckstraat Vlaardingen - Balkons

Aantal metingen	$n =$	6
Gem. waarde $d/hoh \cdot 100$	$m_X =$	34 mm/dm
St.dv d/hoh	$s_X =$	11,6 mm/dm
	$V_X =$	niet bekend
	$k_n =$	2,18
5% karakteristieke waarde van $d/hoh \cdot 100$	$X_k =$	17 mm/dm
Waarbij d_{min} (van alle onderzochte platen)	$d_{min} =$	39,1 mm
hoh-afstand tbv toetsing $= d_{min} / (d/hoh)$	$hoh_{fict} =$	229,5 mm

4.2 Lokaal vrijmaken en opmeten van de wapening (stap 2.2)

Aangezien de toegepaste wapening van tekening af te leiden is, is er geen aanvullend onderzoek naar de wapening gedaan.

HOOFDSTUK 5: Constructieve beoordeling balkons (stap 3a)

5.1 Uitgangspunten rekenkundige toets draagvermogen (stap 3.1)

De rekenkundige toetsingen volgens CUR 248 stap 3a (stap 3.1) zijn uitgevoerd, zie volgende bladzijden.

Gehanteerde uitgangspunten:

- Gerekend is met uitkraging L ter grootte van 1200 mm tot buitenkant van het balkon.
- Het hekwerk is aangenomen op de buitenkant.
- De lijnlast staat op 100 mm en de puntlast staat op $100+100/2=150$ mm uit buitenzijde van de rand.
- Voor de dikte is gerekend met:
 - 100 mm over gehele lengte
- Er is geen onderwapening gerekend.
- Voor de wapening is de staalkwaliteit QR24 aangehouden.
- Voor de betonkwaliteit is uitgegaan van de laagste kwaliteit K150.
- Rekening is gehouden met spreiding van punt- en lijnlasten op basis van vloeilijnentheorie, waarbij de platen doorgaand zijn.

5.2 Rekenkundige toets draagvermogen (stap 3.1)

Werknummer	17343A	Stap	3a
Werk	Controle balkon vlgs metingen	Versie	2.5
Plaats	Vlaardingen	Datum	11-okt-17
Complex / straat	Sweelinckstraat 224-226		



CUR Publicatie 248 stap 3a	afkeurniveau u.c.	2,71	voldoet niet
	bestaande bouw u.c.	2,97	voldoet niet
Te controleren galerij of balkon		balkon	
Bouwjaar (laatste datum op tekening)		1949	
Toetsjaar		2017	

Totale lengte van de uitkraging incl. schrobrand	L	1,200 m
Lengte van de uitkraging excl. schrobrand	L ₁	1,120 m
Lengte van de uitkraging t/m hart hekwerk	L _h	1,160 m
Dikte van de constructieve vloer (dsn A) tpv inklemming	h _A	100 mm
Dikte van de constructieve vloer (dsn B) voor schrobrand	h _B	100 mm
Breedte schrobrand	b _s	80 mm
Hoogte schrobrand	h _s	145 mm
Dikte van de afwerklaag (gemiddeld over oppervlak)	h _{afwerk}	20 mm
Breedte van het balkon	b	4750 mm

Belastingen

Permanent	equivalent eigen gewicht à 25 kN/m ³	2,50 kN/m ²
	afwerklaag à 20 kN/m ³	0,40 kN/m ²
	p _{g;k}	2,90 kN/m ²
	schrobrand = 0,08 * 0,145 * 25	0,29 kN/m ¹
	hekwerk o.g.	0,30 kN/m ¹
	G _{1;k}	0,59 kN/m ¹
	lijnlast evenwijdig met L (hekwerk)	q _{g;k} 0,80 kN/m ¹ /zijde
	gespreide lijnlast (q _{g;k} / spreiding puntlast)	1,10 kN/m ²

Opgelegd	vlaklast	$\psi_0 = 0,40$	$p_{q;k}$	2,50 kN/m ²
	lijnlast $b=1,0$ m1		$Q_{1;k}$	5 kN/m ¹
	lijnlast op de hoek van de plaat		spreiding	1,29 m
	puntlast op 0,5 x 0,5 m2		$Q_{2;k}$	3 kN
	puntlast op de hoek van de plaat		spreiding	0,73 m

NEN 8700

gevolgklasse

Restlevensduur (≥ 15 jaar bij bestaande bouw)

Referentieperiode (≥ 15 jaar bij afkeur)

reductiefactor vlaklast $\psi_0 = 0,40$

reductiefactor lijn- en puntlast $\psi_0 = 0,00$

CC2

Afkeur Bestaande bouw

1 30 jaar

15 30 jaar

Afkeur Bestaande bouw

0,92 0,97 [-]

1,00 1,00 [-]

Factoren bij **afkeuren** Tabel A1.2

Factoren bij **bestaande bouw** Tabel A1.2

	6.10(a)	6.10(b)
G	1,20	1,10
Q	1,15	1,15
G	1,20	1,15
Q	1,30	1,30

Optredende krachten (karakteristieke waarden)

Permanent eg+afw. $0,5 \times 2,90 \times 1,12^2$

Schrobrand+hek $0,29 \times (1,20 - 0,04) + 0,30 \times 1,16$

lijnlast//rand $0,5 \times 1,10 \times 1,16^2$

Opgelegd of vlak $0,5 \times 2,50 \times 1,16^2$

of lijn $5,00 \times (1,20 - 0,10) / 1,295$

of punt $3,00 \times (1,20 - 0,35) / 0,728$

Afkeurniveau (rekenwaarden)

6.10(a) $1,20 \times 3,24 + 1,15 \times 0,40 \times 0,92 \times 1,68$

6.10(b) vlak $1,10 \times 3,24 + 1,15 \times 0,92 \times 1,68$

6.10(b) lijn $1,10 \times 3,24 + 1,15 \times 1,00 \times 4,25$

6.10(b) punt $1,10 \times 3,24 + 1,15 \times 1,00 \times 3,50$

maatgevend

Bestaande bouw verbouwniveau (rekenwaarden)

6.10(a) $1,20 \times 3,24 + 1,30 \times 0,40 \times 0,97 \times 1,68$

6.10(b) vlak $1,15 \times 3,24 + 1,30 \times 0,97 \times 1,68$

6.10(b) lijn $1,15 \times 3,24 + 1,30 \times 1,00 \times 4,25$

6.10(b) punt $1,15 \times 3,24 + 1,30 \times 1,00 \times 3,50$

maatgevend

= 1,82 kNm/m¹

= 0,68

2,50 kNm/m¹

= 0,74

$m_{g,rep}$ 3,24 kNm/m¹

= 1,68 kNm/m¹

= 4,25

= 3,50

$m_{q,rep,max}$ 4,25 kNm/m¹

= 4,60 kNm/m¹

= 5,35

= 8,45

= 7,60

$m_{A,Ed,max}$ 8,45 kNm/m¹

= 4,74 kNm/m¹

= 5,84

= 9,25

= 8,28

$m_{A,Ed,max}$ 9,25 kNm/m¹

Betonkwaliteit

Onbekende kwaliteit (GBV's)

Staalkwaliteit

QR.24 (GBV's)

Materiaaleigenschappen volgens de conversietabel CUR 248 bijlage 3

NEN-EN 1991-1-1	C 8/10	cilinder	kubus
Betonkwaliteit	$f_{c;k}$	8,0	10,0 N/mm ²
Staalkwaliteit	$f_{y;k}$		240 N/mm ²
materiaalfactor beton	γ_m		1,5 [-]
materiaalfactor wapeningstaal	γ_m		1,15 [-]
rekenwaarde betondruksterkte	f_{cd}		5,3 N/mm ²
rekenwaarde staaltrekspanning	f_{yd}		209 N/mm ²

Wapeningsgegevens kritische doorsnede volgens tekening inclusief aanvullend onderzoek

Hoofdwapening (loodrecht op de gevel)	ϕ_{k1}	10 mm
	hoh	220,5 mm
	A_{a1}	356 mm ² /m ¹
Nuttige hoogte t.p.v. kritische doorsnede	d	49,1 mm
Dekking op hoofdwapening	c	45,9 mm
Verdeelwapening	ϕ_{k3}	6 mm
	hoh	300 mm
	A_{a2}	94 mm ² /m ¹

Rekenkundige toets van het draagvermogen volgens CUR 248 stap 3.1

aanwezige hoofdwapening	A_{s_aanw}	356 mm ² /m ¹
betondrukkracht = staaltrekkracht	$N_c = N_s$	74,4 kN/m ¹
hoogte betondrukzone	xu	18,6 mm
hoogte betondrukzone begrenzing	xu_max	34,6 mm
betondrukkracht (max)	N_c	74,4 kN/m ¹
momentarm	z	41,9 mm
opneembaar moment	M_{Rd}	3,12 kNm/m ¹

Afkeurniveau

Optredend maatgevend moment bij afkeurniveau	M_{ed}	8,45 kNm/m ¹
	uc	2,71 voldoet niet

Er wordt niet voldaan aan de publiekrechtelijke eisen voor bestaande bouw (+1 jaar)

Bestaande bouw

Optredend maatgevend moment bij bestaande bouw	M_{ed}	9,25 kNm/m ¹
	uc	2,97 voldoet niet

Er wordt niet voldaan aan de privaatrechterlijke eisen voor bestaande bouw (+30 jaar)

5.2.1 Controle lijn- en puntlast middels vloeilijntheorie

Werknummer	17343A	Stap	3a_vl.lijn
Werk	Controle balkon vlgs metingen	Versie	2.5
Plaats	Vlaardingen	Datum	11-okt-17
Wijk / straat	Sweelinckstraat 224-226	Wijz:	



CUR Publicatie 248 stap 3a met vloeilijntheorie volgens bijlage 2

	uitnutting lijnlast (afkeurniveau) u.c.	1,63	voldoet niet
Te controleren balkon	uitnutting puntlast (afkeurniveau) u.c.	0,47	voldoet
Bouwjaar (laatste datum op tekening)		1949	
Toetsjaar		2017	

Bovenwapening in de plaat

Hoofdwapening boven (1e laag)	(100%)	A_a	356 mm ² /m ¹
Nuttige hoogte hoofdwapening		d	49,1 mm
Opneembaar moment	..	m_{xn}	3,12 kNm/m ¹

Verdeelwapening boven (2e laag)	(100%)	A_a	94 mm ² /m ¹
Nuttige hoogte verdeelwapening		d	41,1 mm
Opneembaar moment	..	m_{yn}	0,77 kNm/m ¹

Onderwapening in de plaat

Wapening (evenwijdig gevel, 2e laag van boven)		ϕ_{k1}	6 mm
		hoh	300 mm
Dekking vanaf onderzijde plaat		c	38 mm
Hoofdwapening onder over 1,20 m breedte gespreid over Lt		A_a	94 mm ² /m ¹
Nuttige hoogte hoofdwapening		d	58,9 mm
Opneembaar moment	..	m_{yp}	1,12 kNm/m ¹

Wapening (loodrecht op de gevel, 1e laag)		ϕ_{k1}	10 mm
		hoh	220,5 mm
Dekking vanaf onderzijde plaat		c	44 mm
Verdeelwapening onder		A_a	356 mm ² /m ¹
Nuttige hoogte verdeelwapening		d	50,9 mm
Opneembaar moment	..	m_{xp}	3,25 kNm/m ¹

Bepaling uiterst opneembare lijnlast

Positie lijnlast

6.10(b) lijnlast vloerafscheiding

6.10(b) equiv. permanent bij gemiddelde dikte $h = 100 \text{ mm}$

Spreiding naar één zijde

Uiterst opneembare lijnlast

L_t	1,2 m
Q_{Ed}	0,649 kN/m ¹
p_{Ed}	3,19 kN/m ²
a_{min}	1,30 m
$q_{d//}(a_{min})$	3,53 kN/m ¹

Bepaling equivalente spreiding van de lijnlast bij 6.10(b)

momentcapaciteit bovenwapening

dit wordt bereikt bij een permanente belasting van:

beschikbare capaciteit bovenwapening voor de lijnlast:

dit wordt bereikt bij een lijnlast van:

equivalente spreidingsbreedte lijnlast

spreidingshoek

m_{x_n}	3,12 kNm/m ¹
$p_{k; equiv_p+q}$	3,48 kN/m ²
	0,36 kNm/m ¹
$q_{d//}(a_{min})$	3,53 kN/m ¹
spreiding	11,67 m
	83,59 °

Bepaling uiterst opneembare puntlast

Positie puntlast

6.10(b) lijnlast vloerafscheiding

6.10(b) equiv. permanent bij gemiddelde dikte $h = 100 \text{ mm}$

Spreiding naar één zijde

Uiterst opneembare puntlast

L_t	0,9 m
Q_{Ed}	0,649 kN
p_{Ed}	3,19 kN/m ²
a_{min}	0,98 m
$P_{d//}(a_{min})$	7,32 kN

Bepaling equivalente spreiding van de puntlast bij 6.10(b)

momentcapaciteit bovenwapening

dit wordt bereikt bij een permanente belasting van:

beschikbare capaciteit bovenwapening voor de puntlast:

dit wordt bereikt bij een puntlast van:

equivalente spreidingsbreedte puntlast

spreidingshoek

m_{x_n}	3,12 kNm/m ¹
$p_{k; equiv}$	3,48 kN/m ²
	0,36 kNm/m ¹
$P_{d//}(a_{min})$	7,32 kN
spreiding	18,15 m
	87,08 °

5.3 Conclusie

Uit bovenstaande toetsing volgt dat stap 3a **niet** wordt gehaald. De balkons voldoen niet op afkeur- en verbouwniveau (UC=2,71 en respectievelijk UC=2,97).

Door de toetsing van de balkons met behulp van statistiek worden ongunstige meetgegevens met elkaar gecombineerd om een veilig gemiddelde te berekenen. Als de metingen afzonderlijk beschouwd worden varieert de UC-waarde van ca. 1,3-3,3. Deze grote variatie wordt veroorzaakt door de verschillen in de ligging van de wapening, hoog of laag in het balkon, en de hart op hart afstand van de wapeningstaven.

De doorsnede van de balkons ter plaatse van het hekwerk is getoetst. Omdat deze doorsnede niet voldoet aan de eisen is de doorsnede ter plaatse van de metselwerk borstwering nog buiten beschouwing gelaten. Het balkon ter plaatse van het metselwerk is zwaarder belast dan bij het hekwerk. Hier voldoet het balkon dus ook niet aan de eisen.

Geadviseerd wordt om de balkons tijdelijk niet te gebruiken of te onderstempelen. Gezien de grote overschrijding is vervolgonderzoek niet zinvol.

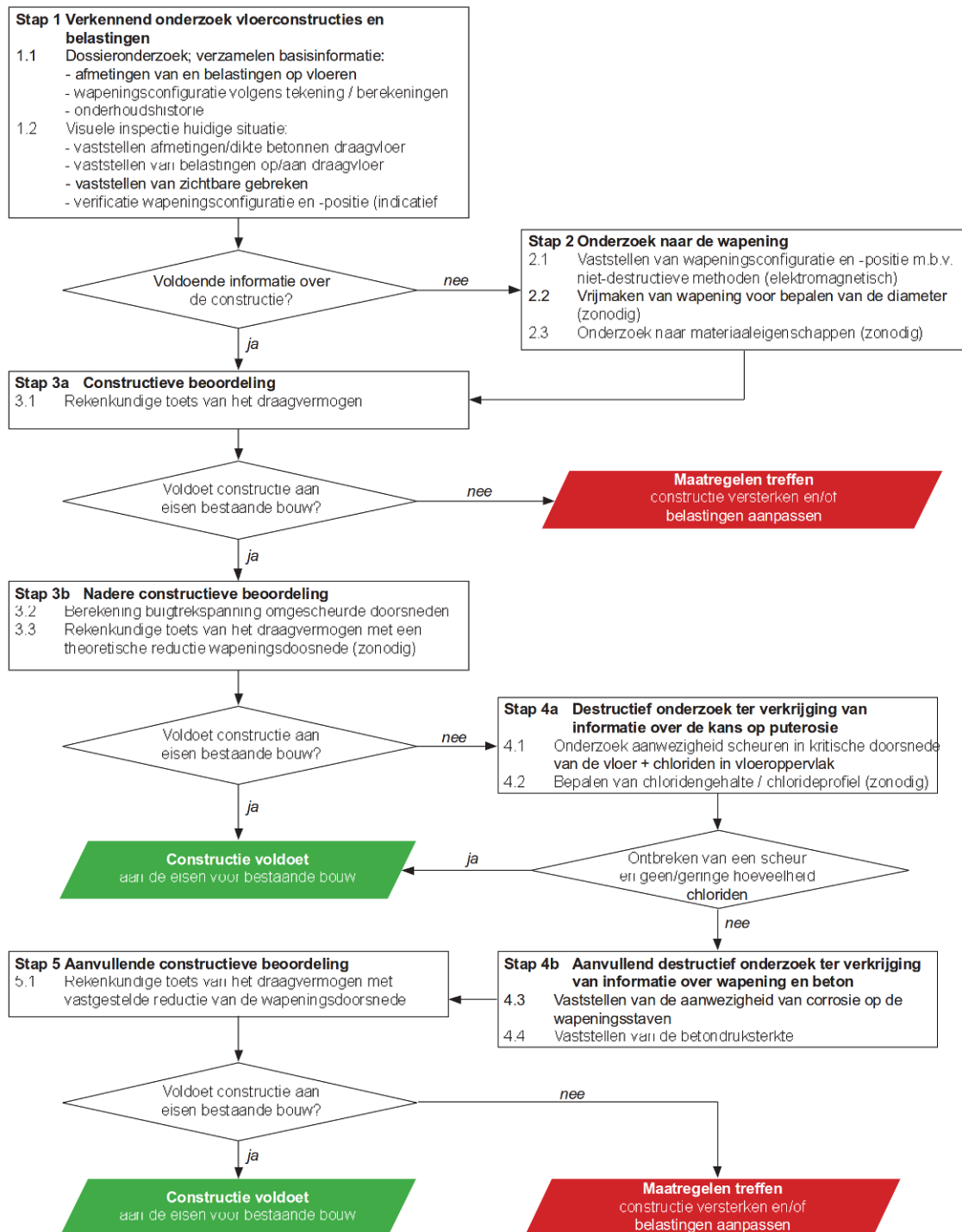
Voor een permanente versterking kan gedacht worden aan een nader uit te werken staalconstructie op een draagkrachtige fundering.

HOOFDSTUK 6: BIJLAGEN

BIJLAGE I - CUR 248 – stappenplan toelichting

(Bron: tweede herziene uitgave van CUR publicatie 248 – figuur 3-1)

Constructieve veiligheid van uitkragende galerijplaten — Tweede, herziene uitgave van CUR-publicatie 248



Toelichting bij de rekenkundige stappen uit het stappenplan

Stap 3a

Getoetst wordt volgens 3.1 uit *Stap 3a Constructieve beoordeling (verkenkend)* van het *Stappenplan en stroomschema onderzoek* zoals weergegeven in Bijlage 1 van CUR Publicatie 248. Dit houdt in dat er een rekenkundige toets van het draagvermogen uitgevoerd wordt op basis van dossieronderzoek en aanvullend onderzoek naar de wapening zoals in CUR publicatie 248 is vastgelegd.

Aan de hand van deze toets wordt beoordeeld of de constructie voldoet aan de (publiekrechtelijke) eisen voor bestaande bouw zoals in NEN 8700 als afkeurniveau is beschreven voor een restlevensduur van 1 jaar.

Indien stap 3a voor balkons niet leidt tot afkeuren voldoet de constructie aan de eisen voor bestaande bouw, zoals in NEN 8700 als afkeurniveau is beschreven, en kan het onderzoek naar de veiligheid van de balkons worden afgesloten.

Stap 3b

Indien stap 3a voor galerijen niet leidt tot afkeuren wordt getoetst volgens 3.2 en 3.3 uit *Stap 3b Constructieve beoordeling* van het hierboven genoemde stappenplan. Dit houdt in dat gekeken wordt naar de buigtrekspanningen in de ongescheurd veronderstelde kritische betondoorsnede en een rekenkundige toets van het draagvermogen uitgevoerd wordt met een theoretische reductie van de wapeningsdoorsnede.

Aan de hand van deze toetsen wordt de kans ingeschat op de aanwezigheid van scheuren in de vloerplaat en wordt beoordeeld of de constructie nog voldoet aan de eisen voor bestaande bouw zoals in NEN 8700 als afkeurniveau is beschreven.

Indien stap 3b voor galerijen niet leidt tot afkeuren voldoet de constructie aan de eisen voor bestaande bouw, zoals in NEN 8700 als afkeurniveau is beschreven, en kan het onderzoek worden afgesloten.

Stap 4a

Als stap 3b voor galerijen wél leidt tot afkeuren is aanvullend destructief onderzoek nodig. Als uit destructief onderzoek (stap 4a) wordt vastgesteld dat het chloridegehalte kleiner of gelijk is aan 0,4% ter plaatse van de wapening en dat er zich bovendien geen buigscheur in de kim (kritische doorsnede) van de vloerplaat bevindt dan voldoet de constructie aan de eisen voor bestaande bouw en kan het onderzoek worden afgesloten.

Stap 5

Indien niet wordt voldaan aan stap 4a dient de constructie getoetst te worden volgens 5.1 uit *Stap 5 Aanvullende constructieve beoordeling* van het stappenplan. Dit houdt in dat een rekenkundige toets van het draagvermogen uitgevoerd wordt met een vastgestelde reductie van de wapeningsdoorsnede (bepaald in stap 4b).

Indien stap 5 niet leidt tot afkeuren voldoet de constructie aan de eisen voor bestaande bouw, zoals in NEN 8700 als afkeurniveau is beschreven, en kan het onderzoek worden afgesloten.

Indien stap 3a of stap 5 wél leidt tot afkeuren voldoet de constructie niet aan de eisen voor bestaande bouw, zoals in NEN 8700 als afkeurniveau is beschreven, en moeten op zeer korte termijn maatregelen worden genomen.

Jasper van Alphen

Van: Hans Nooren <hnooren@mourik.com>
Verzonden: dinsdag 17 april 2018 11:10
Aan: Joost Reijers
Onderwerp: RE: 15846-014 Sweelinckstraat Vlaardingen indicatie VVUV

Joost,

Er zijn drie balkons van 4730mm en 2 balkons van 7380mm
Huisnummer 226 d is een klein balkon.

Met vriendelijke groet,

Hans Nooren
Commercieel adviseur

M 06-11 36 58 24

Op al onze aanbiedingen, opdrachten aan ons en overeenkomsten met betrekking tot de uitvoering van betonwerken door Vogel B.V. zijn van toepassing de VBR-voorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Amsterdam (nr. 40534090). Op al onze overige aanvragen, aanbiedingen en overeenkomsten zijn van toepassing onze algemene voorwaarden, gedeponeerd bij de arrondissementsrechtbank te Dordrecht (nr. AL8/2013), welke op aanvraag worden toegezonden. Andersluidende voorwaarden worden uitdrukkelijk van de hand gewezen, ongeacht het tijdstip waarop deze ter hand zijn gesteld. Klik om de volledige voorwaarden te bekijken in de colofon op Algemene voorwaarden.



Vogel B.V.

Fruiteniersstraat 13
3334 KA Zwijndrecht
Telefoon 078-610 04 00
Email: vogel@vogel-bv.nl
Website: www.vogel-bv.nl
KvK: 23042467

Datum

17-04-2018

Behandeld door

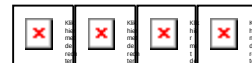
Hans Nooren

E-mail

hnooren@mourik.com

Disclaimer

Algemene voorwaarden



Van: Joost Reijers [<mailto:j.reijers@abt.eu>]
Verzonden: dinsdag 17 april 2018 9:35
Aan: Hans Nooren <hnooren@mourik.com>
Onderwerp: RE: 15846-014 Sweelinckstraat Vlaardingen indicatie VVUV

Goedemorgen Hans,

Zou jij aan kunnen geven wat de plaatlengte is per huisnummer?

Mvg, Joost

abt ing. J.J.G. (Joost) Reijers specialist civiele techniek
telefoon +31 (0)26 368 3586 mobiel +31 (0)6 131 107 48

De met dit E-mail bericht verstrekte informatie is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. De disclaimer is van toepassing: www.abt.eu

 Help het milieu, niet printen betekent papier besparen.

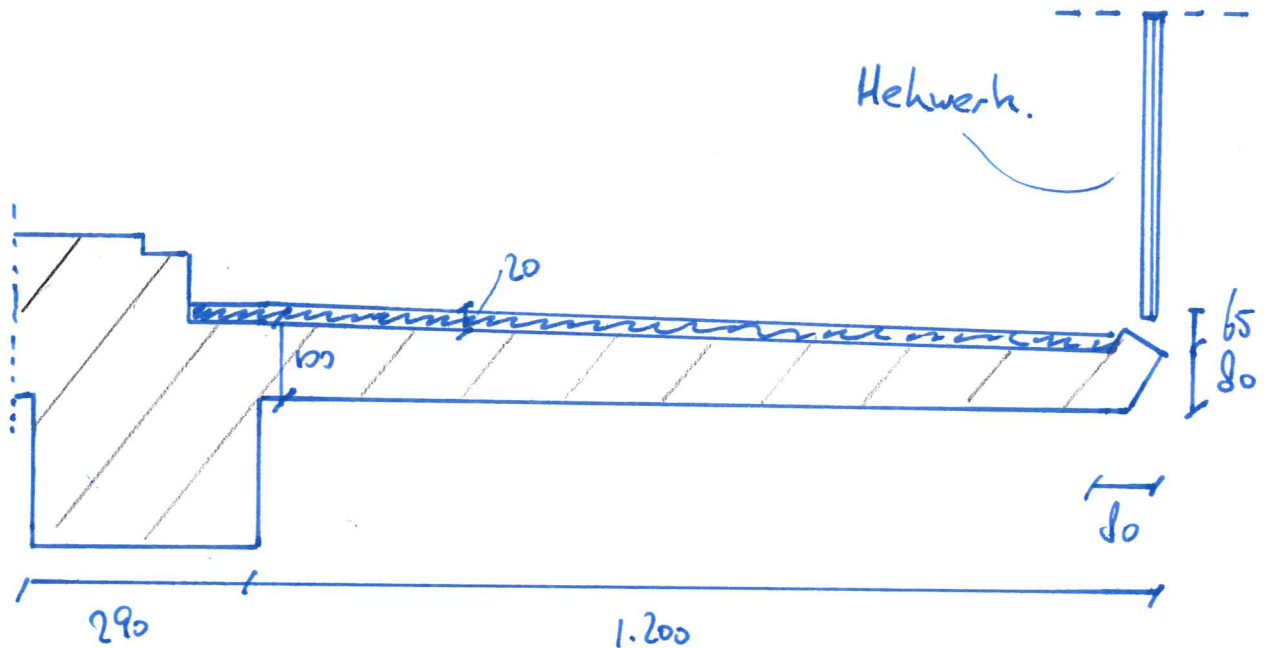
Van: Hans Nooren [<mailto:hnooren@mourik.com>]
Verzonden: dinsdag 17 april 2018 08:21

Bijlage 6

Berekening verankering en aantal CFRP-bars

Berekening optredend moment

Doorsnede



Belastingen

- eigen gewicht: $q_{e.g} = 0,1 \cdot 25 = 2,50 \text{ kN/m}^2$
- afverkleeg : $q_{afv} = 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
- schrobrand : $q_{rand} = (0,08 \cdot 0,045) \cdot 25 = 0,09 \text{ kN/m}$
- Hebwerk : $q_{keh} = 0,30 \text{ kN/m}$
- GVB : $q_{ulast} = 2,50 \text{ kN/m}^2$
- Lijnlast : $q_{lijn} = 5,00 \text{ kN}$ over 1 meter

Momenten

$$M_{e.g.} = \frac{1}{2} \cdot 2,50 \cdot 1,20^2 = 1,80 \text{ kNm/m}$$

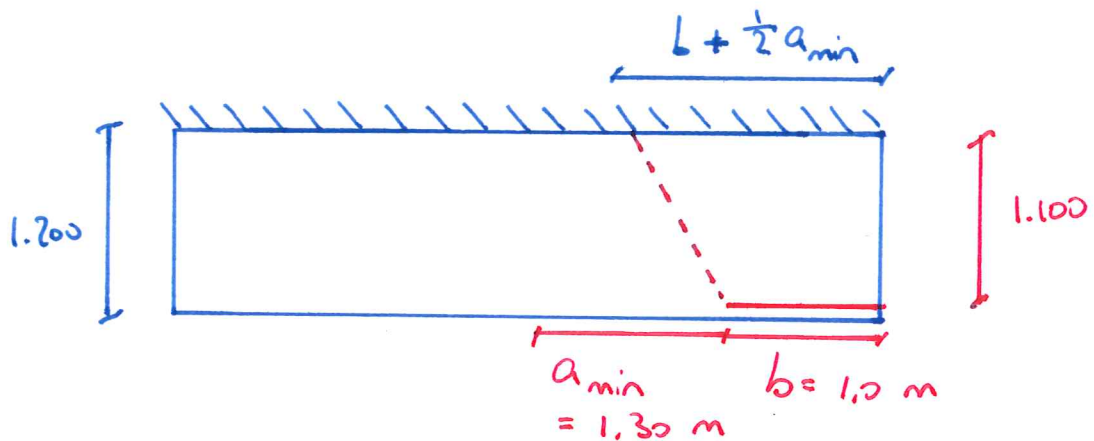
$$M_{afw} = \frac{1}{2} \cdot 0,40 \cdot 1,12^2 = 0,25 \text{ kNm/m}$$

$$M_{rand} = 0,09 \cdot 1,16 = 0,10 \text{ kNm/m}$$

$$M_{hek} = 0,30 \cdot 1,16 = 0,35 \text{ kNm/m}$$

$$M_{hek, zijkant} = \frac{1}{2} \cdot 0,39 \cdot 1,16^2 = 0,26 \text{ kNm}$$

$$M_{vlaklast} = \frac{1}{2} \cdot 2,50 \cdot 1,12^2 = 1,57 \text{ kNm/m}$$



$$M_{lijn} = \frac{5}{1,0 + \frac{1,30}{2}} = 1,10 = 3,33 \text{ kNm/m}$$

$$= 5 \cdot 1,10 = 5,50 \text{ kNm} / 1,65 \text{ m.}$$

NEN 8700 - afheurniveau

$$\gamma_g = 1,10$$

$$\gamma_{\ell} = 1,15$$

$$\psi_t = 0,92$$

Vlaklast maatgevend:

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,10 \cdot (1,80 + 0,25 + 0,10 + 0,35) + 0,92 \cdot 1,15 \cdot 1,57 \\ &= 4,41 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_{Ed} = 4,41 \cdot 4,73 + 2 \cdot 0,26 \cdot 1,10 = 21,44 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 4,41 \cdot 7,38 + 2 \cdot 0,26 \cdot 1,10 = 33,18 \text{ kNm}$$

Lijnlast maatgevend

$$M_{Ed, \bar{g}} = 1,10 \cdot (1,80 + 0,25 + 0,10 + 0,35) = 2,75 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} = 2,75 \cdot 4,73 + 2 \cdot 0,26 \cdot 1,10 + 5,50 \cdot 1,15 = 19,90 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 2,75 \cdot 7,38 + 2 \cdot 0,26 \cdot 1,10 + 5,50 \cdot 1,15 = 27,19 \text{ kNm}$$

NEN 8700 - verbouwniveau

$$\gamma_s = 1,15$$

$$\gamma_g = 1,30$$

$$\psi_t = 0,97$$

Vleklast maatgevend:

$$M_{Ed} = 4,86 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} = 23,56 \text{ kNm} \quad (L = 4,73 \text{ m})$$

$$M_{Ed} = 36,43 \text{ kNm} \quad (L = 7,38 \text{ m})$$

Lijnlast maatgevend

$$M_{Ed,s} = 2,875 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} = 21,35 \text{ kNm} \quad (L = 4,73)$$

$$M_{Ed} = 28,97 \text{ kNm} \quad (L = 7,38 \text{ m})$$

$$M_{Ed} = 1,15 \cdot 2,875 \cdot 1,65 + 1,15 \cdot 0,26 + 1,30 \cdot 5,50$$

$$= 12,90 \text{ kNm in buitenste } 1,65 \text{ m.}$$

Uitgangspunten berekening VVUV-systeem Sweelinckstraat Vlaardingen

Algemeen

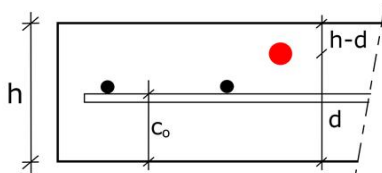
- Rapportage JVZ Ingenieurs met rapportnummer 17343A.01 d.d. 11-10-2017.
- Het project omvat een complex met 4 bouwlagen. Er zijn in totaal 5 balkons onderzocht.
- Bestaande constructie wordt door JVZ getoetst aan afkeur- en verbouwniveau conform NEN 8700.
- Er dienen in totaal 4 balkons versterkt te worden door middel van het VVUV-systeem.
Voor deze platen wordt verbouwniveau in rekening gebracht.

Constructief

- Uitkraging bedraagt $u=1.200$ mm
- Plaatlengtes variëren. Conform opgave zijn er 3 balkons met een lengte van 4.730 mm en 2 balkons met een lengte van 7.380 mm.
- Plaatdikte bedraagt $h=100$ mm (tpv gevel).
- Hoofdwapening $\varnothing 10$. Hoogteligging en exacte h.o.h.-afstand volgen uit lijnscans.
- Verdeelwapening 5 staven $\varnothing 6$.
- Het opneembaar moment volgt uit resultaten lijnscans.
- Het optredend moment is door ABT bepaald en deze is afwijkend op de momenten in de rapportage van JVZ.
De optredende momenten bedragen:
 - $M_{Ed}=21,44$ kNm (belastinggeval vlaklast, afkeurniveau, $l = 4,73$ m).
 - $M_{Ed}=33,18$ kNm (belastinggeval vlaklast, afkeurniveau, $l = 7,38$ m).
 - $M_{Ed}=23,56$ kNm (belastinggeval vlaklast, verbouwniveau, $l = 4,73$ m).
 - $M_{Ed}=36,43$ kNm (belastinggeval vlaklast, verbouwniveau, $l = 7,38$ m).
- Ter plaatse van de plaathoecken is belastinggeval lijnlast maatgevend.
Rekening houdend met een spreidingsbreedte van 1,65 m, bedraagt deze:
 - $M_{Ed}=11,83$ kNm (afkeurniveau).
 - $M_{Ed}=12,90$ kNm (verbouwniveau).
- Staalkwaliteit QR24.
- Betonkwaliteit C16/20. Dit betreft conform de CUR Publicatie 248 de maximaal aan te nemen waarde indien geen nadere onderzoeksgegevens beschikbaar zijn.
- Beschikbare inboordiepte voor de CFRP-bars 290 mm. Deze dient voorafgaand aan uitvoering in het werk te worden geverifieerd.
- Opneembare ankerkracht CFRP bars bedraagt $F_{td}=59,0$ kN

Bepalen inboorhoogte CFRP-bars

De inboorhoogte van de CFRP-bars is afhankelijk van de maximale, gemiddelde onderdekking waarbij de capaciteit van de constructie niet blijkt te voldoen.



$$\begin{aligned} h &= 100 \text{ mm} \\ c_{0,\min} &= 48 \text{ mm} \\ d &= 75 \text{ mm} \end{aligned}$$

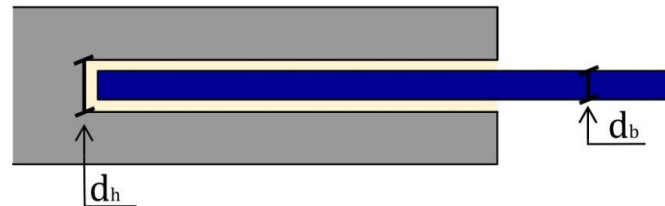
Project	: Sweelinckstraat Vlaardingen	Werkcode	: 15846-014
Onderdeel	: Maximaal opneembare ankerkracht	Referentie	: apn
Bestandsnaam	: P:\158\15846\00_Kwaliteitsdossier\offerte\014 - Sweelinckstraat 224-226 Vlaardingen\berekeningen\18060	Printdatum	: 6-06-18
Versienummer	: B 22-10-15	Printtijd	: 11:03 h

Bepalen van de toelaatbare verankeringskracht bij een toe te passen verankeringslengte
Op basis van ACI 440.1R-15 vergelijking (10.1c)

- Maximaal toelaatbare ankerkracht voordat het aanhechtvlak bezwijkt:

$$f_{fe} = 0,083 \sqrt{f'_c} \left(13,6 \frac{l_e}{d_h} + \frac{c}{d_h} \frac{l_e}{d_h} + 340 \right) \leq f_{fu}$$

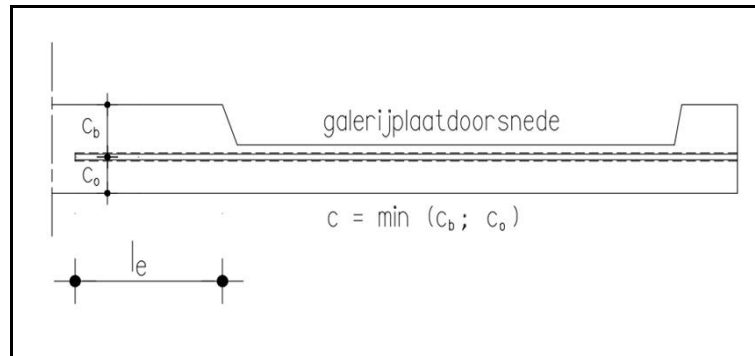
$$F_{td} = f_{fe} \cdot A_h \quad * \frac{c}{d_h} \leq 3,5$$



Invoergegevens

betonsterkteklasse	:	C16/20	
dekking tot hart staaf	C :	25	[mm]
verankeringslengte	l _e :	290	[mm]
diameter bar	d _b :	14	[mm]
diameter gat	d _h :	20	[mm]
gemiddelde druksterkte*	f' _c :	24	[N/mm ²]

*f'_c (ACI) = f_{cm} (NEN-EN)



Verankeringskracht is begrensd op:

$$F_{max} = 118 \text{ kN}$$

Verankeringskracht:

$$F_{td} = 59,0 \text{ kN}$$

Deze is gelijk aan de berekening conform CUR 25 'korte ankers in beton':
 $N_{Rd,c} = 1,0 * 4,62 * \pi * 14 * 290 = 59 \text{ kN}.$

Berekening CFRP-bars op basis van onderzoek
Sweelinckstraat Vlaardingen
Balkons

Ø hw		staal	beton	CFRP	
hw	10	f _{yd} = 209,0	f _{ck} = 16	F _{td} =	59,0
vw	6	f _{yd} = 209,0	f _{cd} = 10,7	F _u =	118
				E=	155

Belastinggeval vlaklast

Plaat id.			h plaat	l plaat	d _{staal}	h.o.h.	d _{CFRP}	A _s /m	x _u	z	M _{r,oud} /m ¹	M _{r,oud}	M _{ed}	u.c.	M _{ed}	u.c.	ΔM	bars	bars	bars
Type	huis nr.	meting nr.	(mm)	(m)	nut. hoogte (mm)	afstand (mm)	incl. sponning (mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN.m)	(kN.m)	afkeur niveau (kN.m)	afkeur niveau (-)	verbouw niveau (kN.m)	verbouw niveau (-)	(kN.m)	o.b.v. snede (st.)	lin.el.c. (st.)	toepassen (st.)
	226C	1246	100	4,73	39,1	181	70	434	11,3	34,7	3,15	14,88	21,44	1,44	23,56	1,58	8,7	3	4	7
	226D	1248	100	4,73	62,9	120	70	654	17,1	56,3	7,69	36,40	21,44	0,59	23,56	0,65				
	226B	1250	100	4,73	41,8	194	70	405	10,6	37,7	3,19	15,08	21,44	1,42	23,56	1,56	8,5	3	3	7
	226C	1252	100	4,73	55,8	154	70	510	13,3	50,6	5,40	25,52	21,44	0,84	23,56	0,92				
	224B	1254	100	7,38	51,2	135	70	582	15,2	45,3	5,51	40,64	33,18	0,82	36,43	0,90				5
	224C	1256	100	7,38	52,9	152	70	517	13,5	47,7	5,15	37,98	33,18	0,87	36,43	0,96				5

* Dit is dezelfde plaat als bij meting nr 1246.
Meting 1246 is maatgevend en derhalve is deze gehanteerd bij de toetsing van de plaat van huisnummer 226C.

Aantal te versterken platen 4
Aantal bars totaal 24

Belastinggeval lijnlast

Plaat id.			h plaat	l plaat	d _{staal}	h.o.h.	d _{CFRP}	A _s /m	x _u	z	M _{r,oud} /m ¹	M _{r,oud}	M _{ed}	u.c.	M _{ed}	u.c.	ΔM	bars	bars	bars
Type	huis nr.	meting nr.	(mm)	(m)	nut. hoogte (mm)	afstand (mm)	incl. sponning (mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN.m)	b = (kN.m)	afk. 1,65 m (kN.m)	afk. 1,65 m (-)	verb. 1,65 m (kN.m)	verb. 1,65 m (-)	(kN.m)	o.b.v. snede (st.)	lin.el.c. (st.)	toepassen per plaathoeck (st.)
	226C	1246	100	4,73	39,1	181	70	434	11,3	34,7	3,15	5,19	11,83	2,28	12,90	2,48	7,7	3	3	3
	226B	1250	100	4,73	41,8	194	70	405	10,6	37,7	3,19	5,26	11,83	2,25	12,90	2,45	7,6	3	3	3
	224B	1254	100	7,38	51,2	135	70	582	15,2	45,3	5,51	9,09	11,83	1,30	12,90	1,42	3,8	2	2	2
	224C	1256	100	7,38	52,9	152	70	517	13,5	47,7	5,15	8,49	11,83	1,39	12,90	1,52	4,4	2	2	2

Aantal te versterken platen 4
Aantal bars totaal bij plaathoecken 20

Lineair elastische doorsnede berekening

Huisnummer 226C - Lijnlast

Constructieve uitgangspunten:

Bestaande constructie:

- Constructieve dikte beton:
- Plaatlengte:
- Betonkwaliteit:
- Bestaande wapening:
- Staalkwaliteit QR24:
- Hoogteligging staal:
- Optredend moment UGT:

$h = 100 \text{ mm}$
 $L = 1,65 \text{ m}$
C16/20
 $\varnothing 10 - 181 (A_s = 716 \text{ mm}^2)$
 $f_{yd} = 209 \text{ N/mm}^2$
 $d_o = 34,1 \text{ mm}$
 $M_{Ed} = 12,90 \text{ kNm}$

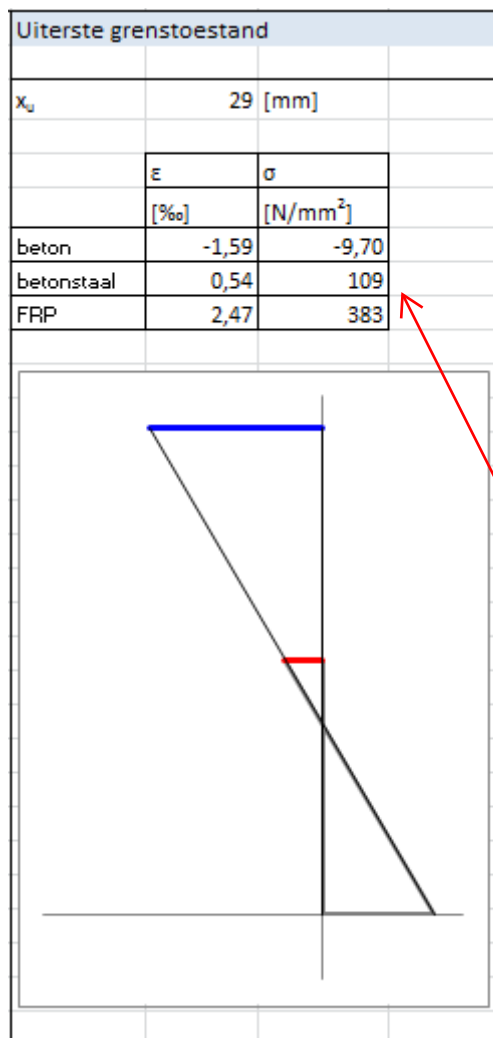
Dit is de spreidingsbreedte van de belasting conform de berekening met CUR 248

CFRP:

- Verankeringskracht CFRP-bars:
- Elasticiteitsmodulus CFRP:
- Doorsnede CFRP:
- Inboorhoogte:

$F_{td} = 59,0 \text{ kN}$
 $E_f = 155.000 \text{ N/mm}^2$
 $3\varnothing 14 (A_f = 462 \text{ mm}^2)$
 $d_o = 75 \text{ mm}$

Moment tijdens aanbrengen is aangenomen op $M_0 = 0 \text{ kNm/m}$. Hiermee is de bestaande wapening tijdens aanbrengen van de CFRP spanningsloos. Dit is een conservatieve benadering bij bepaling van de capaciteit in de versterkte doorsnede.



Bestaande wapening bereikt de vloeispanning. Hier dient rekening mee te worden gehouden bij de berekening van de capaciteit.

$$M_{Rd, \text{versterkt}} = 13,86 \text{ kNm/m}$$

$$u.c. = 12,90 / 13,86 = 0,93$$

Lineair elastische doorsnede berekening

Huisnummer 226B - Lijnlast

Constructieve uitgangspunten:

Bestaande constructie:

- Constructieve dikte beton:
- Plaatlengte:
- Betonkwaliteit:
- Bestaande wapening:
- Staalkwaliteit QR24:
- Hoogteligging staal:
- Optredend moment UGT:

$h = 100 \text{ mm}$
 $L = 1,65 \text{ m}$
C16/20
 $\varnothing 10 - 194 (A_s = 668 \text{ mm}^2)$
 $f_{yd} = 209 \text{ N/mm}^2$
 $d_o = 41,8 \text{ mm}$
 $M_{Ed} = 12,90 \text{ kNm}$

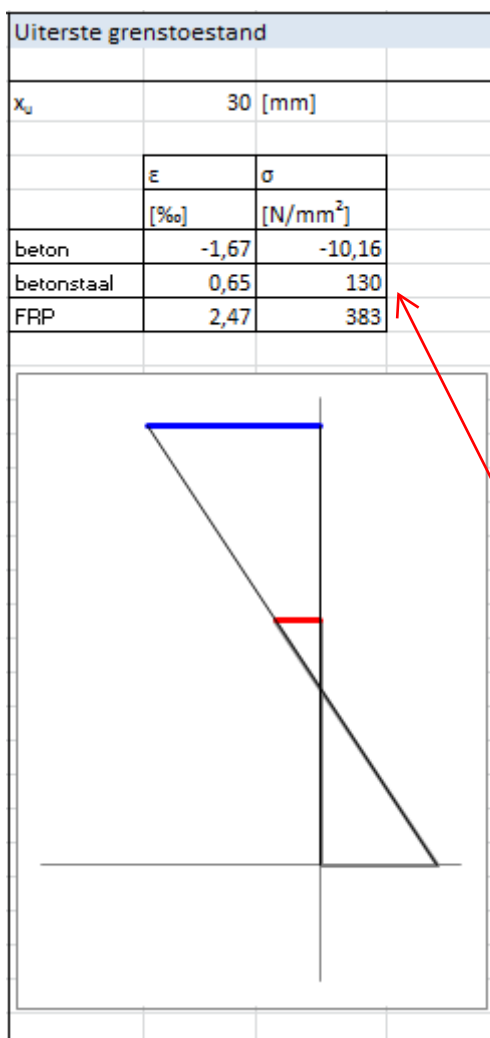
Dit is de spreidingsbreedte van de belasting conform de berekening met CUR 248

CFRP:

- Verankeringskracht CFRP-bars:
- Elasticiteitsmodulus CFRP:
- Doorsnede CFRP:
- Inboorhoogte:

$F_{td} = 59,0 \text{ kN}$
 $E_f = 155.000 \text{ N/mm}^2$
 $3\varnothing 14 (A_f = 462 \text{ mm}^2)$
 $d_o = 75 \text{ mm}$

Moment tijdens aanbrengen is aangenomen op $M_0 = 0 \text{ kNm/m}$. Hiermee is de bestaande wapening tijdens aanbrengen van de CFRP spanningsloos. Dit is een conservatieve benadering bij bepaling van de capaciteit in de versterkte doorsnede.



Bestaande wapening bereikt de vloeispanning. Hier dient rekening mee te worden gehouden bij de berekening van de capaciteit.

$$M_{Rd, \text{versterkt}} = 14,27 \text{ kNm/m}$$

$$u.c. = 12,90 / 14,27 = 0,90$$

Lineair elastische doorsnede berekening

Huisnummer 224C - Lijnlast

Constructieve uitgangspunten:

Bestaande constructie:

- Constructieve dikte beton:
- Plaatlengte:
- Betonkwaliteit:
- Bestaande wapening:
- Staalkwaliteit QR24:
- Hoogteligging staal:
- Optredend moment UGT:

$h = 100 \text{ mm}$
 $L = 1,65 \text{ m}$
C16/20
 $\varnothing 10 - 152 (A_s = 853 \text{ mm}^2)$
 $f_{yd} = 209 \text{ N/mm}^2$
 $d_o = 52,9 \text{ mm}$
 $M_{Ed} = 12,90 \text{ kNm}$

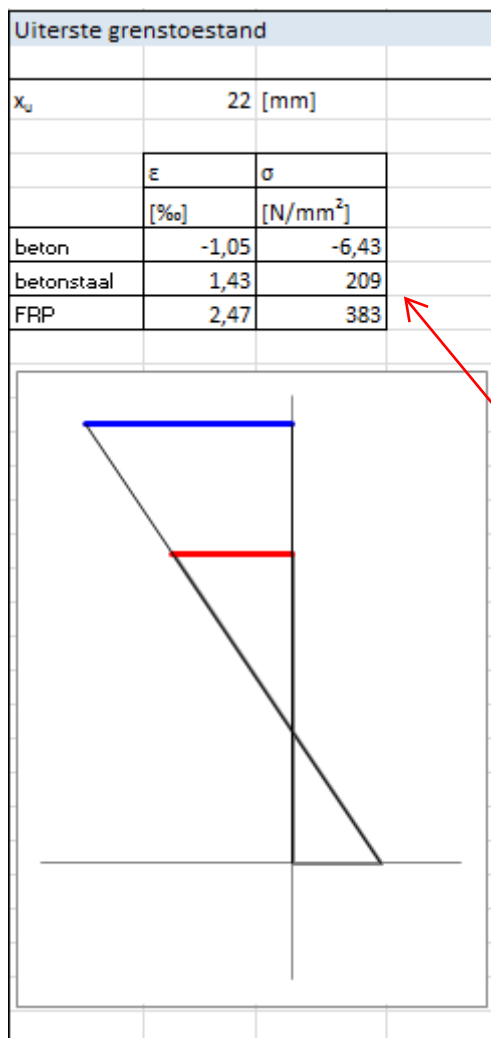
Dit is de spreidingsbreedte van de belasting conform de berekening met CUR 248

CFRP:

- Verankeringskracht CFRP-bars:
- Elasticiteitsmodulus CFRP:
- Doorsnede CFRP:
- Inboorhoogte:

$F_{td} = 59,0 \text{ kN}$
 $E_f = 155.000 \text{ N/mm}^2$
 $2\varnothing 14 (A_f = 308 \text{ mm}^2)$
 $d_o = 75 \text{ mm}$

Moment tijdens aanbrengen is aangenomen op $M_0 = 0 \text{ kNm/m}$. Hiermee is de bestaande wapening tijdens aanbrengen van de CFRP spanningsloos. Dit is een conservatieve benadering bij bepaling van de capaciteit in de versterkte doorsnede.



Bestaande wapening bereikt de vloeispanning.

$M_{Rd, \text{versterkt}} = 15,68 \text{ kNm/m}$

$u.c. = 12,90 / 15,68 = 0,82$

Lineair elastische doorsnede berekening

Huisnummer 224B - Lijnlast

Constructieve uitgangspunten:

Bestaande constructie:

- Constructieve dikte beton:
- Plaatlengte:
- Betonkwaliteit:
- Bestaande wapening:
- Staalkwaliteit QR24:
- Hoogteligging staal:
- Optredend moment UGT:

$h = 100 \text{ mm}$
 $L = 1,65 \text{ m}$
C16/20
 $\varnothing 10 - 135 (A_s = 960 \text{ mm}^2)$
 $f_{yd} = 209 \text{ N/mm}^2$
 $d_o = 51,2 \text{ mm}$
 $M_{Ed} = 12,90 \text{ kNm}$

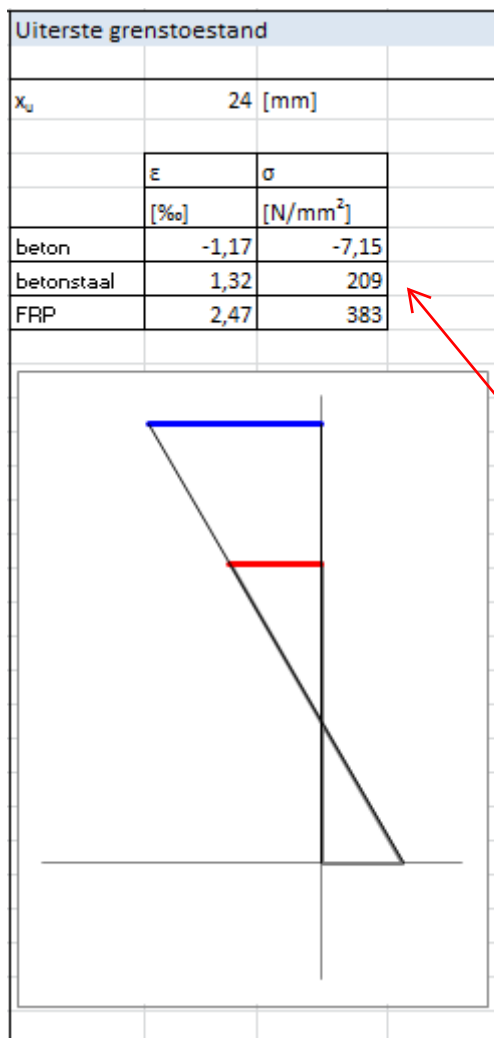
Dit is de spreidingsbreedte van de belasting conform de berekening met CUR 248

CFRP:

- Verankeringskracht CFRP-bars:
- Elasticiteitsmodulus CFRP:
- Doorsnede CFRP:
- Inboorhoogte:

$F_{td} = 59,0 \text{ kN}$
 $E_f = 155.000 \text{ N/mm}^2$
 $2\varnothing 14 (A_f = 308 \text{ mm}^2)$
 $d_o = 75 \text{ mm}$

Moment tijdens aanbrengen is aangenomen op $M_0 = 0 \text{ kNm/m}$. Hiermee is de bestaande wapening tijdens aanbrengen van de CFRP spanningsloos. Dit is een conservatieve benadering bij bepaling van de capaciteit in de versterkte doorsnede.



Bestaande wapening bereikt de vloeispanning.

$M_{Rd, \text{versterkt}} = 16,12 \text{ kNm/m}$

$u.c. = 12,90 / 16,12 = 0,80$

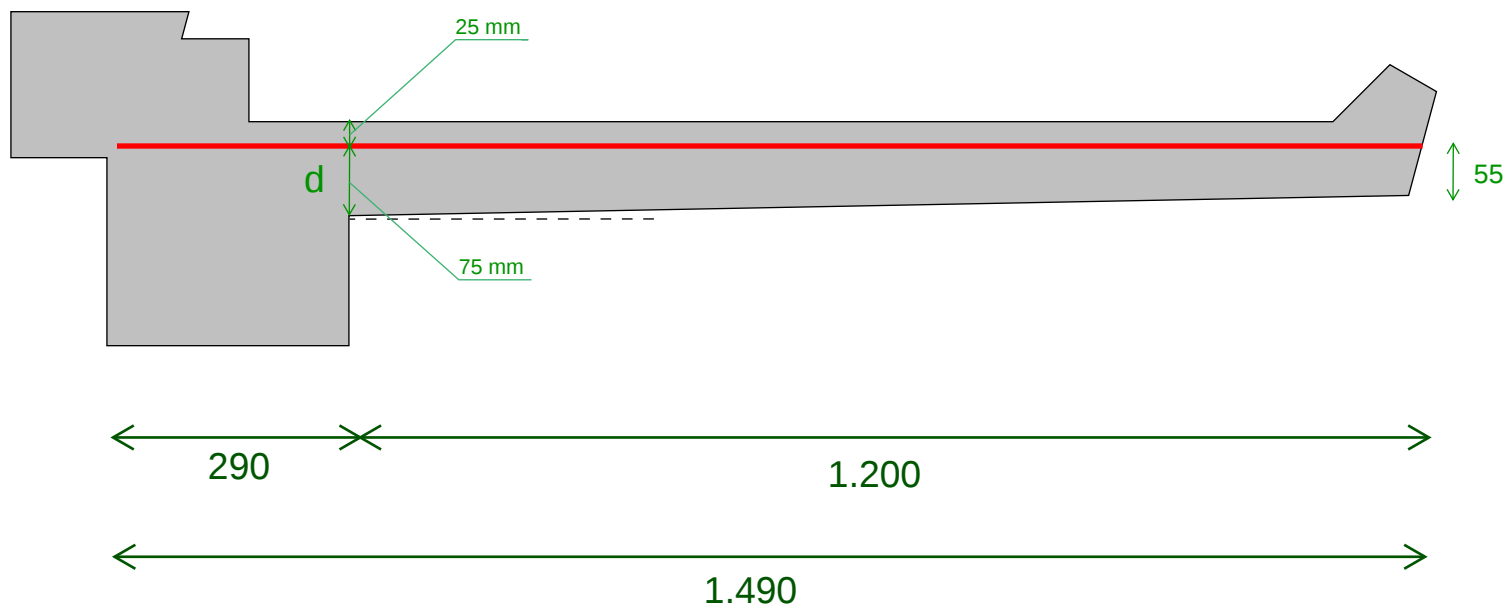
Bijlage 7

Ontwerpschets locatie en aantal CFRP-bars

Toepassen bij huisnummers:

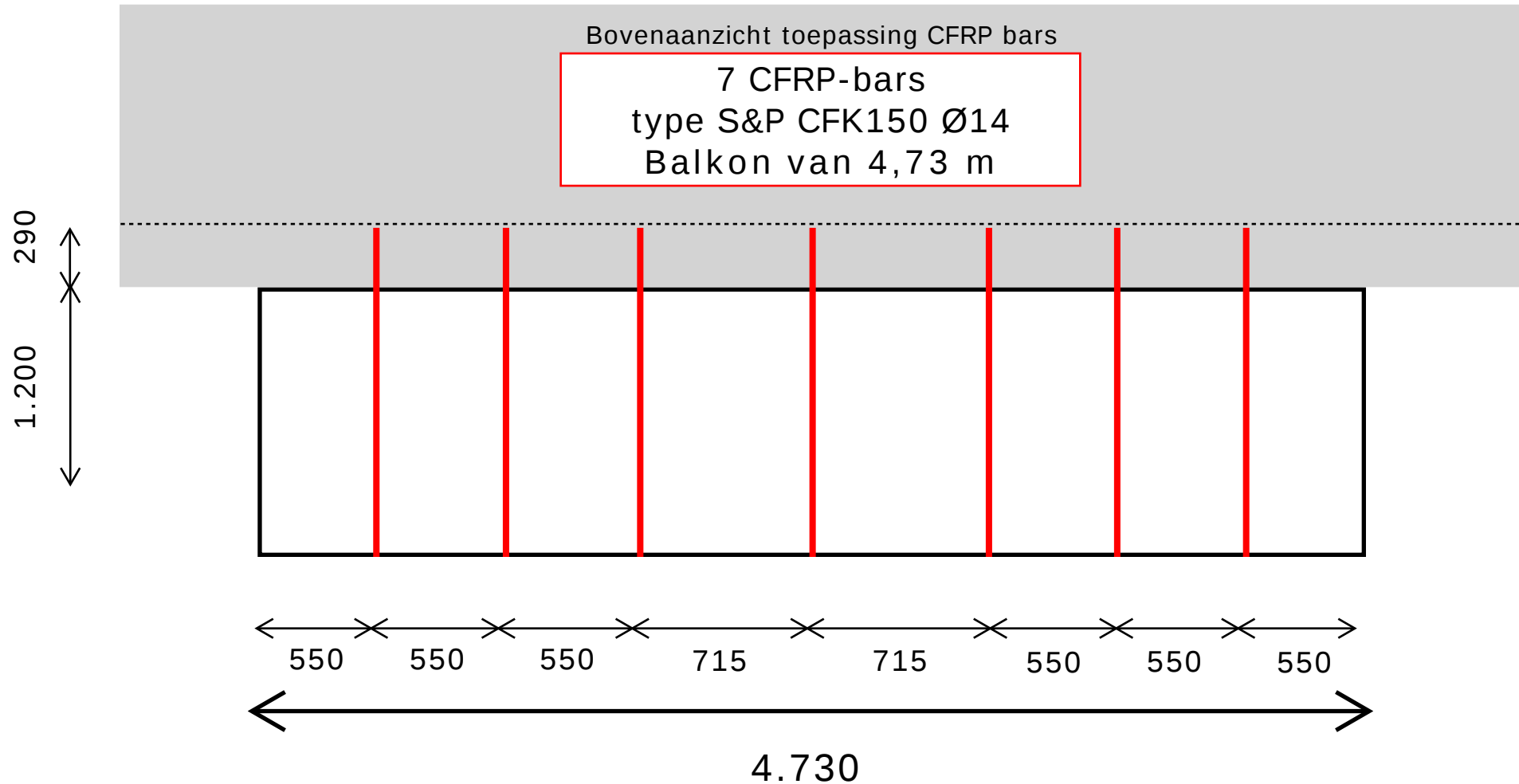
- 224B
- 224C
- 226B
- 226C

Doorsnededetailering galerijen



Toepassen bij huisnummers:

- 226B
- 226C



Toepassen bij huisnummers:

- 224B
- 224C

