Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Conformiteit brandwerende trappuien

betreft: SL-30 en wanddeuren van MHB

Behoort bij de beschikking van het college van burgemeester en wethouders van Amsterdam,

Kenmerk: HZ_WABO-2017-015247

Aantal pagina's: 280

AMVEST



Documentnummer: F.2014.0836.93.N001v001
Datum: 14 juli 2017
Contactpersoon: 5.1,2,e | 5.1,2,e@dgmr.nl

dGmR

Colofon

Opdrachtgever	5.1,2,e
Contactpersoon	5.1,2,e
Project	Nieuwbouw kantoor 5.1,2,e - Amsterdam
Betreft	Conformiteit brandwerende trappuien
Uw kenmerk	-
Rapport	F.2014.0836.93.N001
Datum	14 juli 2017
Versie	001
Status	
Uitgevoerd door	ir. 5.1,2,e
Informatie	5.1,2,e (projectverantwoordelijk adviseur)
	ir. 5.1,2,e (coördinerend adviseur bouw- en geveltechniek)
Verantwoordelijk	ir. 5.1,2,e | beoordeling trapconstructie
	5.1,2,e | beoordeling trappuien
	5.1,2,e | integrale beoordeling, 2e lezer
Verwerkt door	AOP | APT

DGMR Den Haag
5.1,2,e
5.1,2,e Den Haag

Correspondentieadres
Postbus 370
2501 CJ Den Haag

DGMR Arnhem
5.1,2,e
5.1,2,e Arnhem

Correspondentieadres
Postbus 153
6800 AD Arnhem

DGMR Drachten
Lavendelheide 2
5.1,2,e Drachten

Correspondentieadres
Postbus 671
9200 AR Drachten

Inhoud

1. Inleiding 3
2. Overzicht brandscheiding 5
3. Opbouw scheidingsconstructie 7
4. Conformiteit trappuien 10
5. Conclusie conformiteit 15

Bijlagen

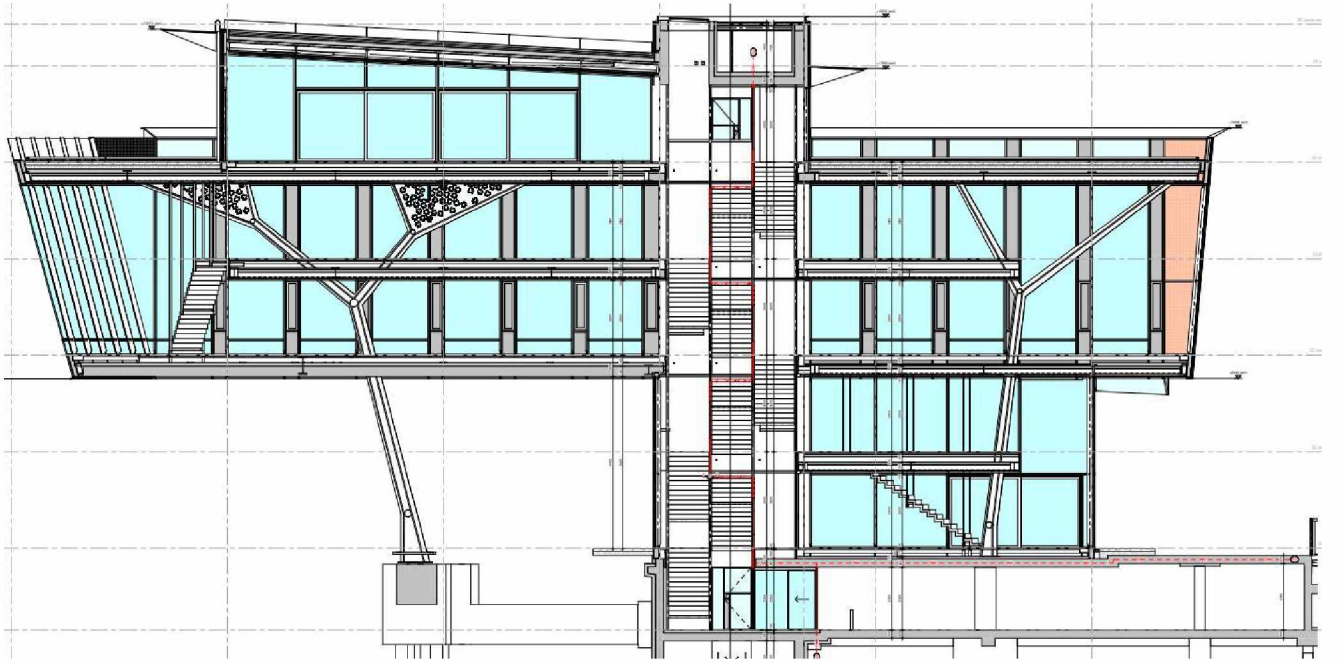
1. Goedkeuringsbrief van Efectis Nederland
2. Technische gegevens Invar 36
3. Notitie DGMR F.2014.0836.43.N003v2 van 6 juli 2017
4. 5.1,2,e Bouwtechniek van 15 juni 2017
5. Notitie DGMR 5.1,2,e van 6 april 2016
6. MHB trappuien
7. MHB wanddeuren
8. Rapport Pieters Bouwtechniek constructieve uitgangspunten en berekeningen

1. Inleiding

In opdracht van AMVEST heeft DGMR Bouw B.V. een onderzoek uitgevoerd naar de brandwerendheid van de trappuien in het project kantoor AMVEST te Amsterdam, omdat een aantal puien of onderdelen afwijken van de testrapporten.

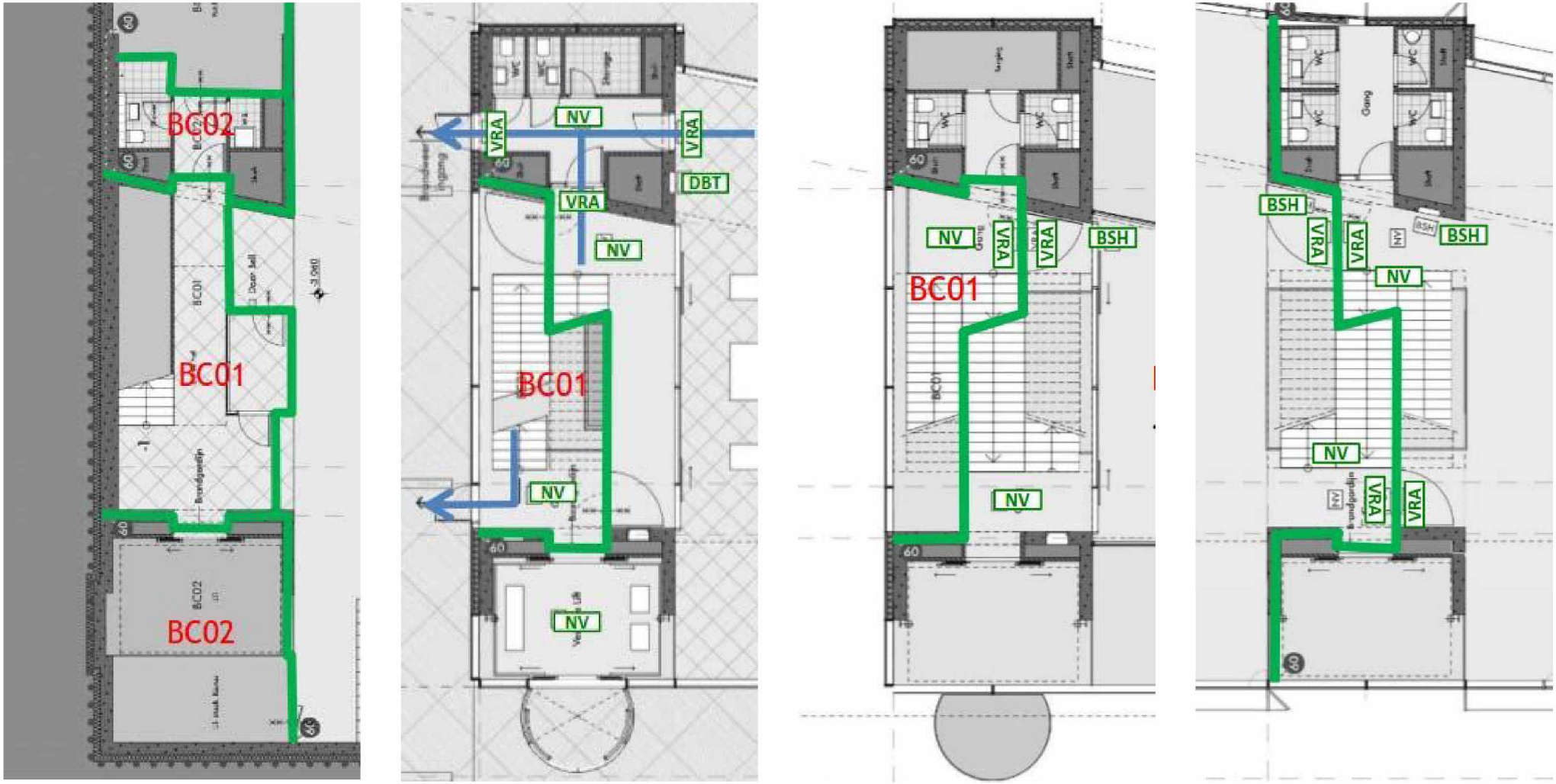
- Deze notitie onderbouwt de brandwerendheid van de scheidingsconstructie, bespreekt de uitgangspunten en ontwerpkeuzen, en verwijst waar nodig voor details naar onderliggende documenten.
- In deze notitie worden de afwijkingen nader toegelicht en wordt beoordeeld of voor deze afwijkingen conformiteit kan worden verklaard.
- Daarnaast worden de overige puien die niet afwijken van de testrapporten ook benoemd.

Deze notitie is door Efectis Nederland gecontroleerd. In **bijlage 1** is de goedkeuringsbrief van Efectis Nederland opgenomen.



Doorsneden van het kantoor en de centraal gelegen trappen

1. Inleiding



Plattegronden van het kantoor en de centraal gelegen trappen: kelder | begane grond | 1e verdieping | 2e verdieping

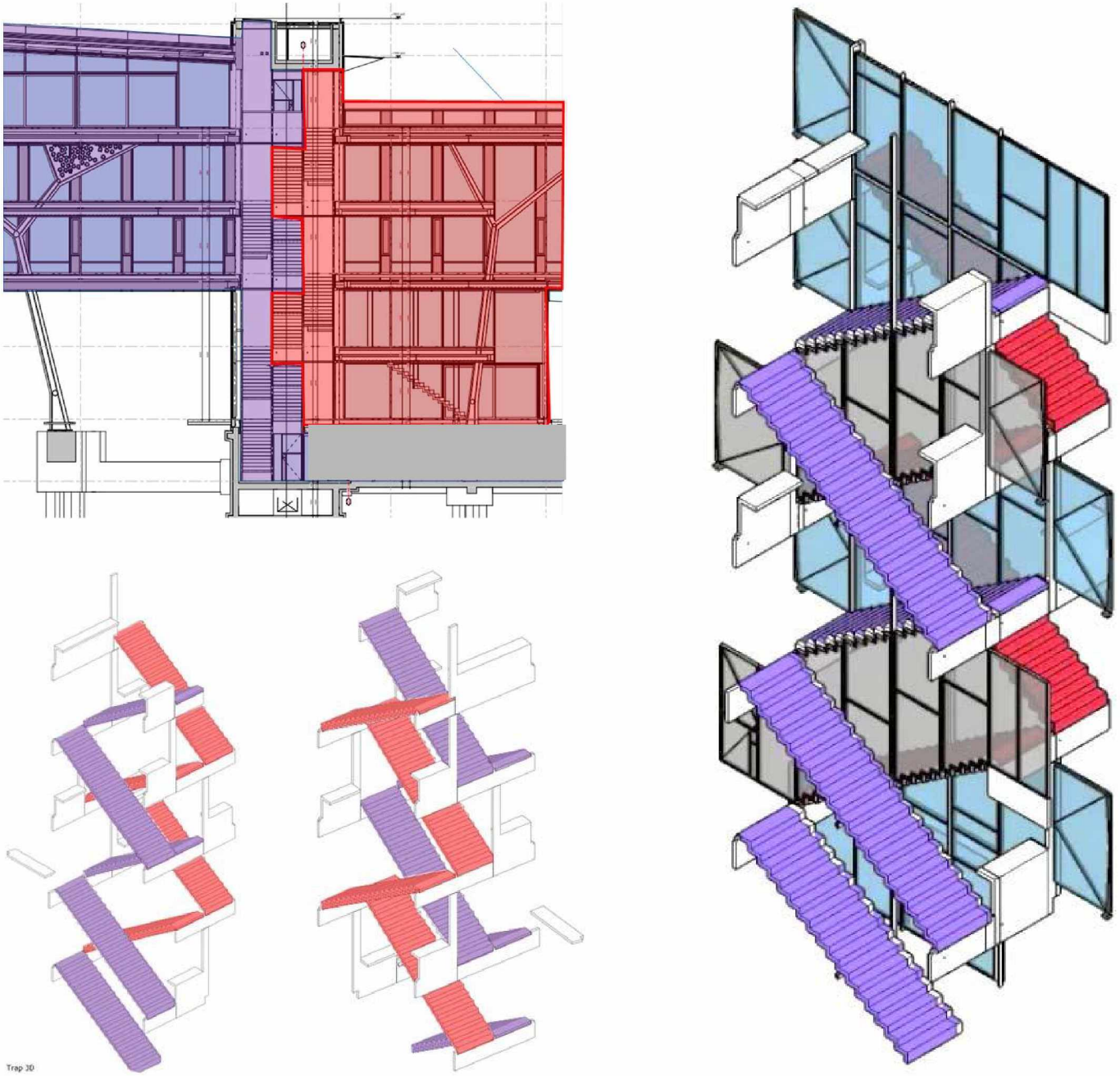
2. Overzicht brandscheiding

Het nieuw te bouwen kantoor van 5.1,2,e aan de Cruqiusweg in Amsterdam is onderverdeeld in twee naast elkaar gelegen brandcompartimenten met onderling 60 minuten weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (wbdbo).

In beide compartimenten staat een aantal verdiepingen met elkaar in open verbinding via een open trap.
De brandveiligheid van het gebouw is in de aanvraag omgevingsvergunning voor het bouwen onderbouwd in DGMR rapport F.2014.0836.11.R001 van 9 juli 2015.

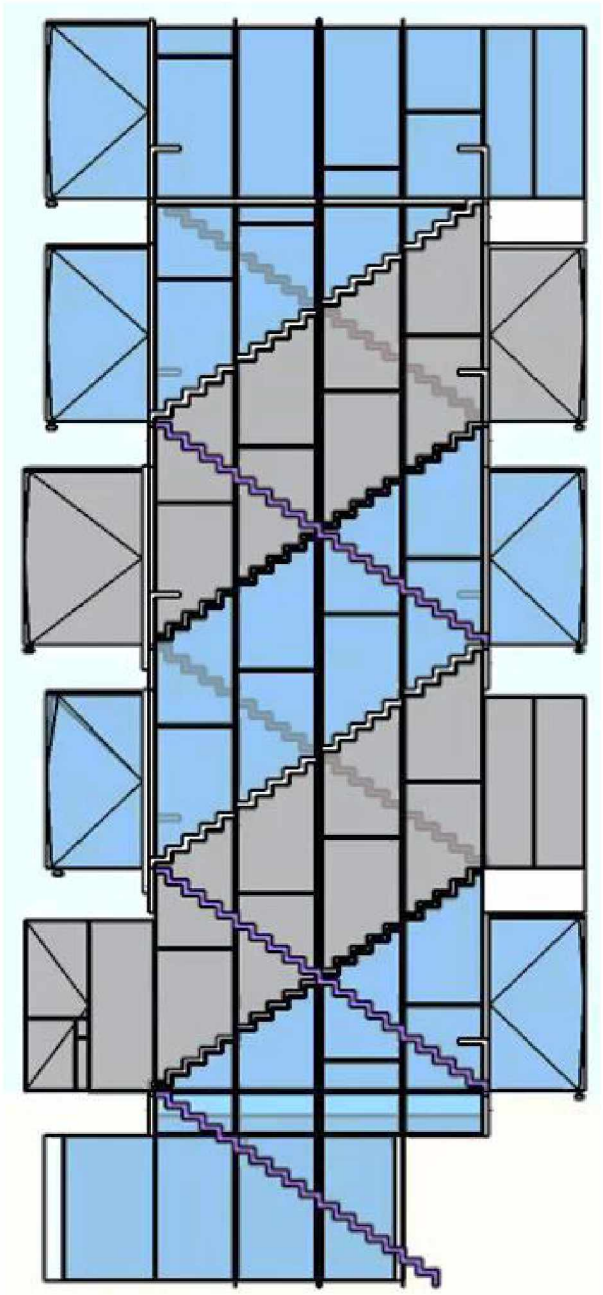
De brandscheiding tussen de beide compartimenten is een complexe constructie die per verdieping verspringt. Elke trapsteek wordt halverwege de overspanning ondersteund door een stalen profiel bevestigd aan stalen hangstaven afgehangen van het dak van het gebouw.

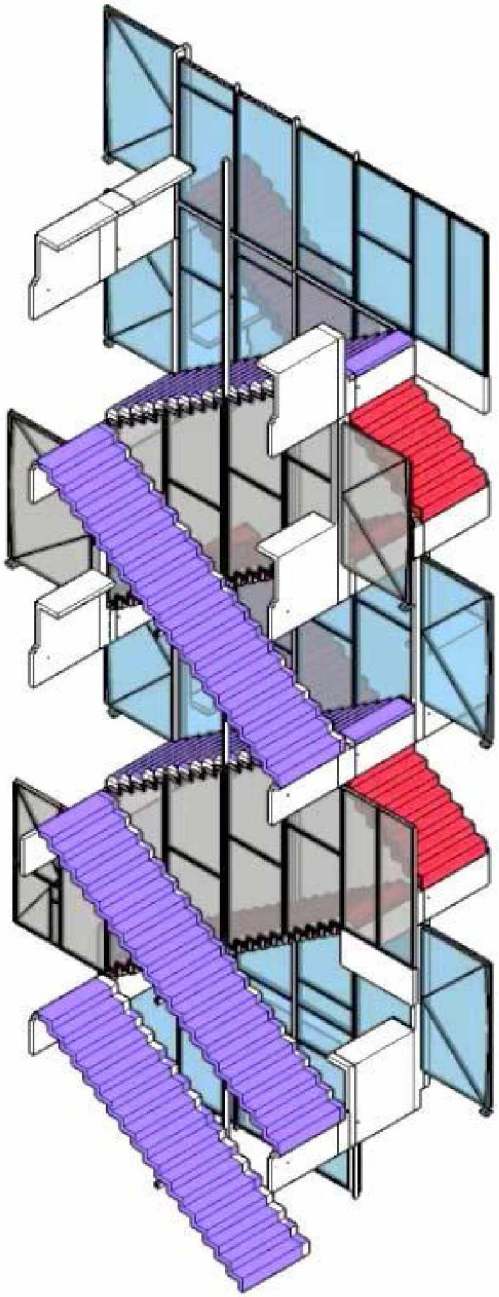
Om de brandwerendheid van de scheidingsconstructie te garanderen zijn onder andere voorzieningen aangebracht die de vervormingen bij brand beperken, niet alleen in verband met de dragende functie maar ook met de scheidende functie. Hiertoe zijn de diverse onderdelen van de scheidingsconstructie en de dragende delen daarvan nauwkeurig en in onderlinge samenhang onderzocht op het gedrag bij brand.

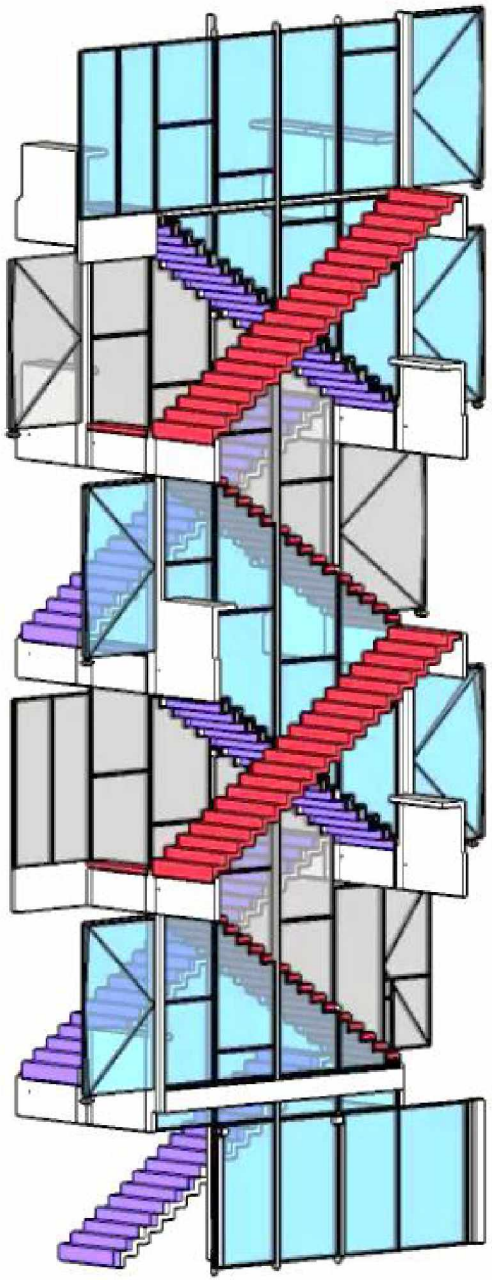


Schema's van de twee brandcompartimenten, de trappen en de brandwerende puien

2. Overzicht brandscheiding







Schema's van de trappen en de brandwerende puien

3. Opbouw van de scheidingsconstructie

Ligging van de scheidingsconstructie
De twee brandcompartimenten zijn gescheiden door een beglaasde 60 minuten brandwerende pui. Aan beide zijden van de pui loopt direct ernaast een open trap. De trappen zijn in elkaar vervlochten, met als gevolg dat de glazen pui per verdieping verspringt en dat de middelste trapsteken onderdeel uitmaken van de brandscheiding. Door de verspringingen van de scheidingswand maakt een gedeelte van de trappen deel uit van de brandscheiding.

Uitvoering van de open trappen
De open trappen worden uitgevoerd in hoge sterkte beton met als doel om ze zo slank mogelijk te maken (Hicon). De 90 mm dikte van de trappen is groot genoeg om een brandwerendheid van 60 minuten op de criteria REI (dragende functie, scheidende functie betrokken op vlamdichtheid en thermische isolatie) te realiseren.
Voor de scheidende functie voldoet 80 mm, ref. Eurocode 2, NEN-EN 1992-1-2+C1/NB:2011, tabel 5.3, minimale wanddikte van niet-dragende scheidingswanden.
Voor de brandwerendheid van de trappen op de dragende functie verwijzen wij naar de constructieve uitgangspunten en berekeningen van Pieters Bouwtechniek, zie **bijlage 8.** Pieters Bouwtechniek heeft daarnaast in **bijlage 4** de constructieve randvoorwaarden voor de brandwerendheid van de puien vastgelegd

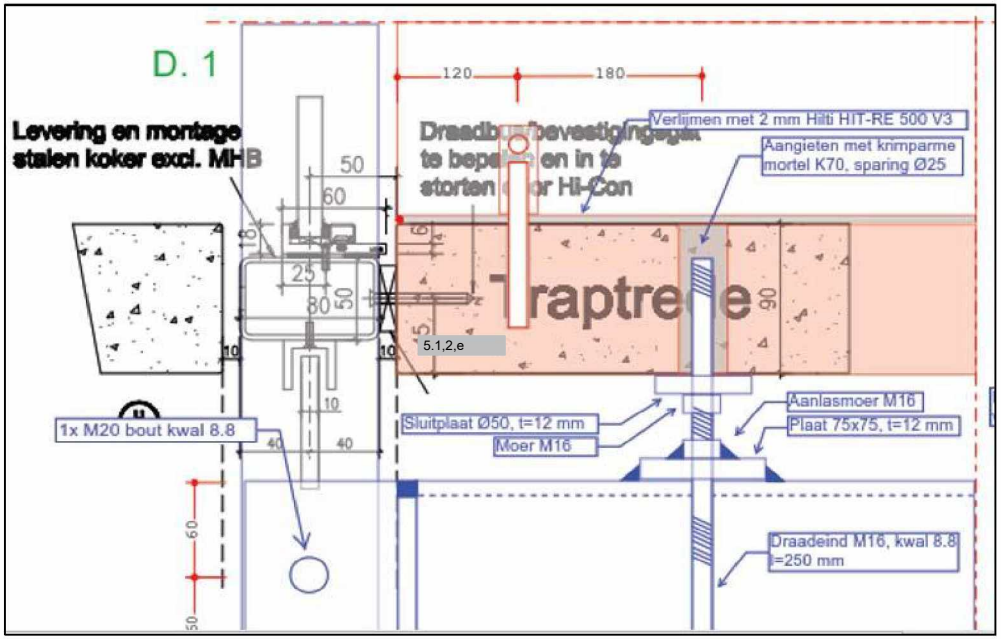
Constructie van de scheidingswand
De scheidingswand wordt uitgevoerd als beglaasde pui, fabricaat MHB SL-30-50 met Contraflam lite EW60 beglazing, fabricaat Vetrotech. De deuren in de scheiding zijn MHB type SL30 en wanddeuren, en voldoen aan EW60.

Draagconstructie van de scheidingswand en trappen
De staalprofielen van de glaspuien worden verankerd aan de onderliggende en bovengelegen vloeren. Waar de pui grenst aan een trapsteek, worden de stalen puien bevestigd aan een stalen kokerprofiel dat op de kopse kant van de trap is verankerd.

Elke trapsteek is boven- en onderaan verankerd aan een betonvloer. Daarnaast moet de trapsteek halverwege de overspanning worden ondersteund om de doorbuiging onder de ontwerpbelasting binnen de grenzen te houden, gesteld door de gebruikseisen. De ondersteuning wordt geleverd door een horizontaal staalprofiel, dat aan weerszijden is verbonden aan een verticale stalen trekstang. De stangen zijn bovenin het gebouw opgehangen ('hangstaven').

De hangstaven plus ondersteuningsprofielen maken deel uit van de draagconstructie van de brandscheiding en worden daarom brandwerend beschermd door een bij brand opschuimende coating die de temperatuur van het staal, na 60 minuten blootstelling aan de standaard brandcurve beperken tot maximaal 500 °C. (conservatieve inschatting van de kritieke temperatuur van de stalen delen).

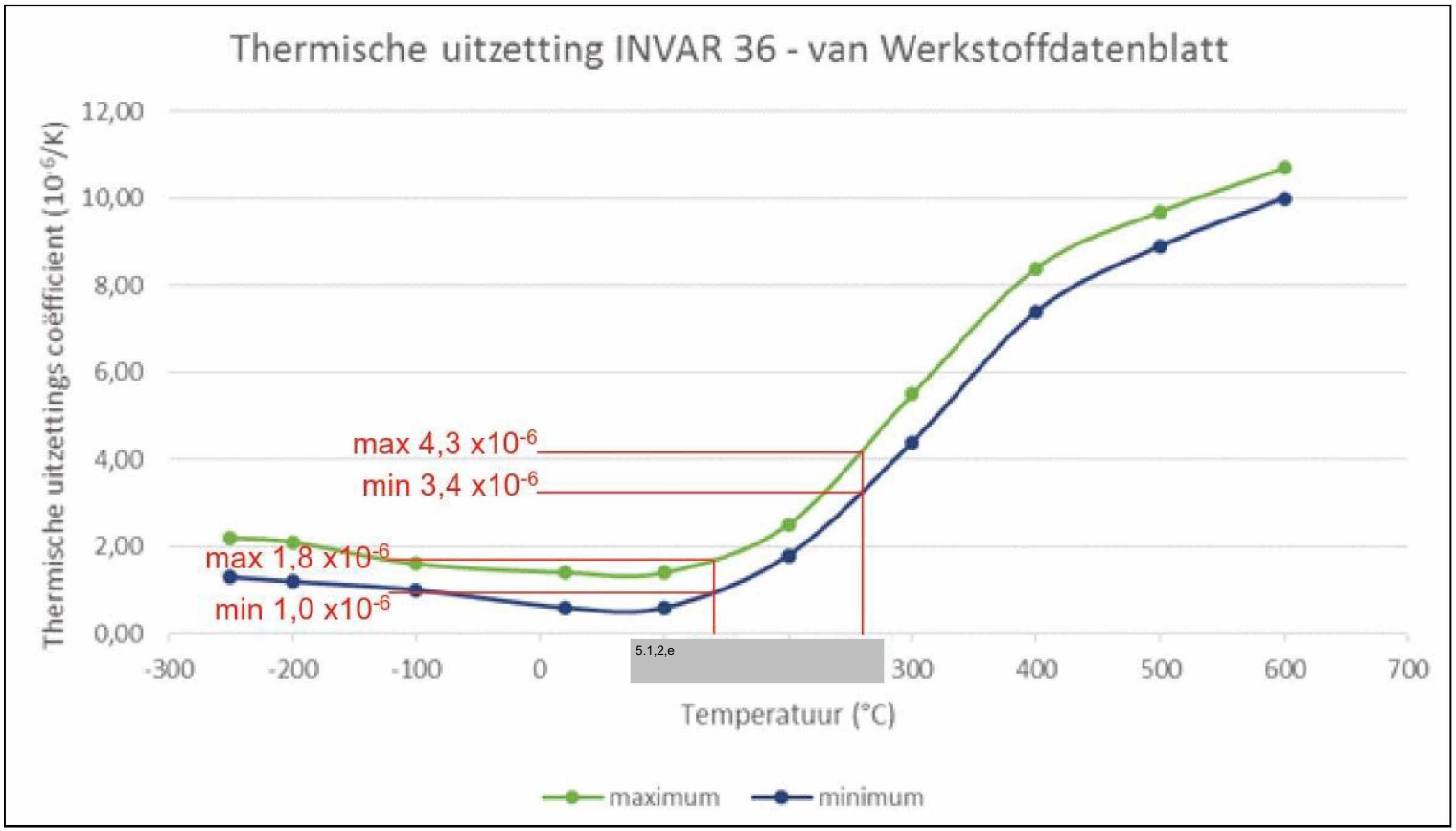
Naast de eis dat de stalen dragende delen hun draagkracht voldoende bewaren, geldt voor de hangstaven een aanvullende eis die volgt uit een andere eis, namelijk dat de MHB-profielen in de beglaasde puien niet zoveel mogen vervormen (doorzakken/stijgen) dat de beglazing uit de sponning zakt of juist door gebrek aan omtrekspeling de glasrand mechanisch wordt belast. DGMR heeft met inachtneming van de door de architect gewenste esthetische randvoorwaarden vastgesteld dat in dit verband de verticale vervorming van de ondersteuning van de brandwerende puien niet groter mag worden dan +/- 20 mm. Deze vervorming kan worden opgenomen in een schuifconstructie in de verankering van de puien.
Dat vertaalt zich naar maximale doorzakking van de hangstaven in absolute zin (ten opzichte van de op vaste positie veronderstelde vloeren) en in relatieve zin (ten opzichte van de andere hangstaven.

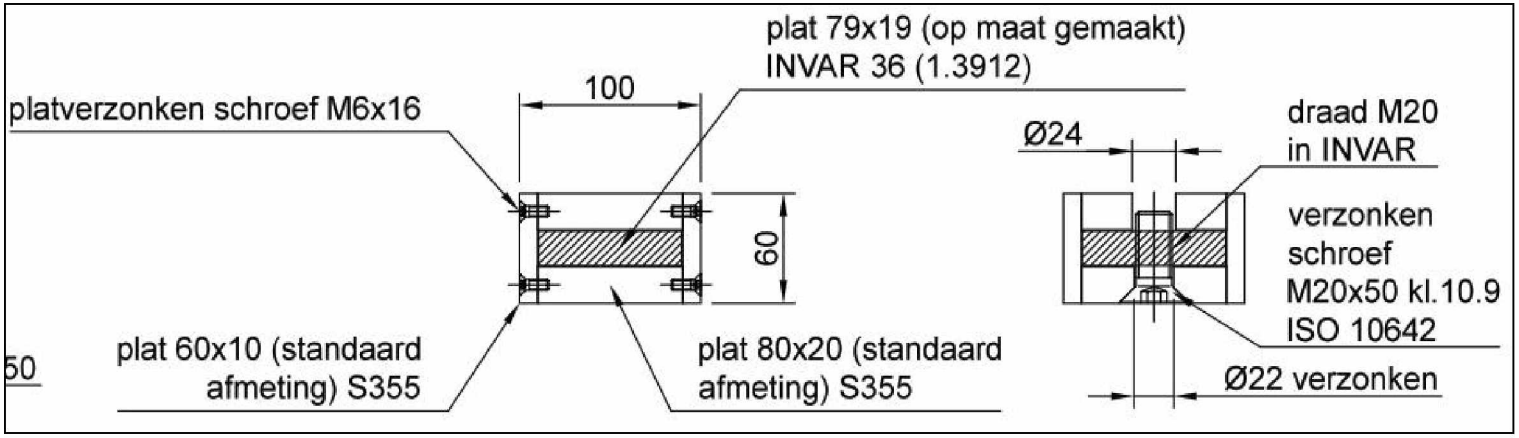


Verticaal detail - aansluiting trap met onderzijde MHB-pui

3. Opbouw van de scheidingsconstructie

Hangstaven met Invar 36
Al vroeg in de uitwerking van het ontwerp van de hangstaven is vastgesteld dat bij uitvoering in constructiestaal de uitzetting van het staal al bij geringe temperatuurstijging van de hangstaven te groot is. Daarom is ervoor gekozen de hangstaven uit te voeren in Invar 36, een staallegering met een extreem lage uitzettingscoëfficiënt, **zie bijlage 2**. Omdat onbekend is of bij brand opschuimende coating effectief is op Invar is de Invar kern 'ingepakt' in constructiestaal, dat wel onder certificaat met opschuimende coating kan worden beschermd.





Uitgangspunten met constructiestaal 'ingepakte' Invar hangstaaf

3. Opbouw van de scheidingsconstructie

Brandwerende coating

Ondanks de lage uitzettingscoëfficiënt van Invar moet in verband met de maximaal toelaatbare vervormingen de temperatuurstijging na 60 minuten standaardbrand worden beperkt tot 260 °C (waarde vastgesteld door Pieters Bouwtechniek). Dat wordt gerealiseerd door de eerder vermelde bij brand opschuimende coating extra dik uit te voeren. Noot: daarmee is dus automatisch ook voldaan aan de eis aan de brandwerendheid op bezwijken.

De informatie die leveranciers van opschuimende coatings standaard verstrekken voor het ontwerp van staalconstructies beschermd door hun producten, bevat niet de benodigde gegevens. Zij geven namelijk alleen informatie over de omstandigheden na 60 minuten en over kritieke temperaturen van 350°C en hoger. Daaruit is niet af te leiden na hoeveel tijd de staaltemperatuur de voor ons relevante grenstemperatuur van 260°C overschrijdt.
DGMR heeft daarom nadere testgegevens gevraagd en gekregen: beperkte informatie van de firma Multifire (eigen document Multifire met temperatuurverloop in één profiel met profielfactor 52 m^{-1}, coating 5.3 mm SC900; rapport over het effect van extra gipsbekleding van gecoat staal). Uitgebreidere informatie is verkregen van de firma Promat (testrapport product Promapaint SC3, diverse profielfactoren en laagdikten).

Het figuur hiernaast bevat de verkregen informatie en laat het gemeten verloop zien van de gemiddelde staaltemperatuur in de proef waarin een dun gecoat, relatief licht profiel (A/V = 180 m^{-1}, coating 0.7 mm Multifire systeem S) met en zonder gipsbeplating wordt gemeten. Rood is zonder, blauw is met gipsbeplating. De rode curve is de aanleiding om verder te kijken: de opschuimende coating heeft pas een - vrij abrupt - effect als na circa 8 minuten (!) de staaltemperatuur ongeveer 275°C heeft bereikt. Aan de figuur zijn twee curven toegevoegd met gegevens van gecoate profielen met veel lagere profielfactor die min of meer overeenkomt met de hangstaven in het Amvest-kantoor. De groene curve betreft Multifire 5.3 mm systeem S op A/V 52.4 m^{-1}; de gele curve betreft 2 mm Promapaint SC3 op A/V 50 m^{-1}. Meer meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 1 van DGMR notitie F2014.083643N003v2, **zie bij lage 3**

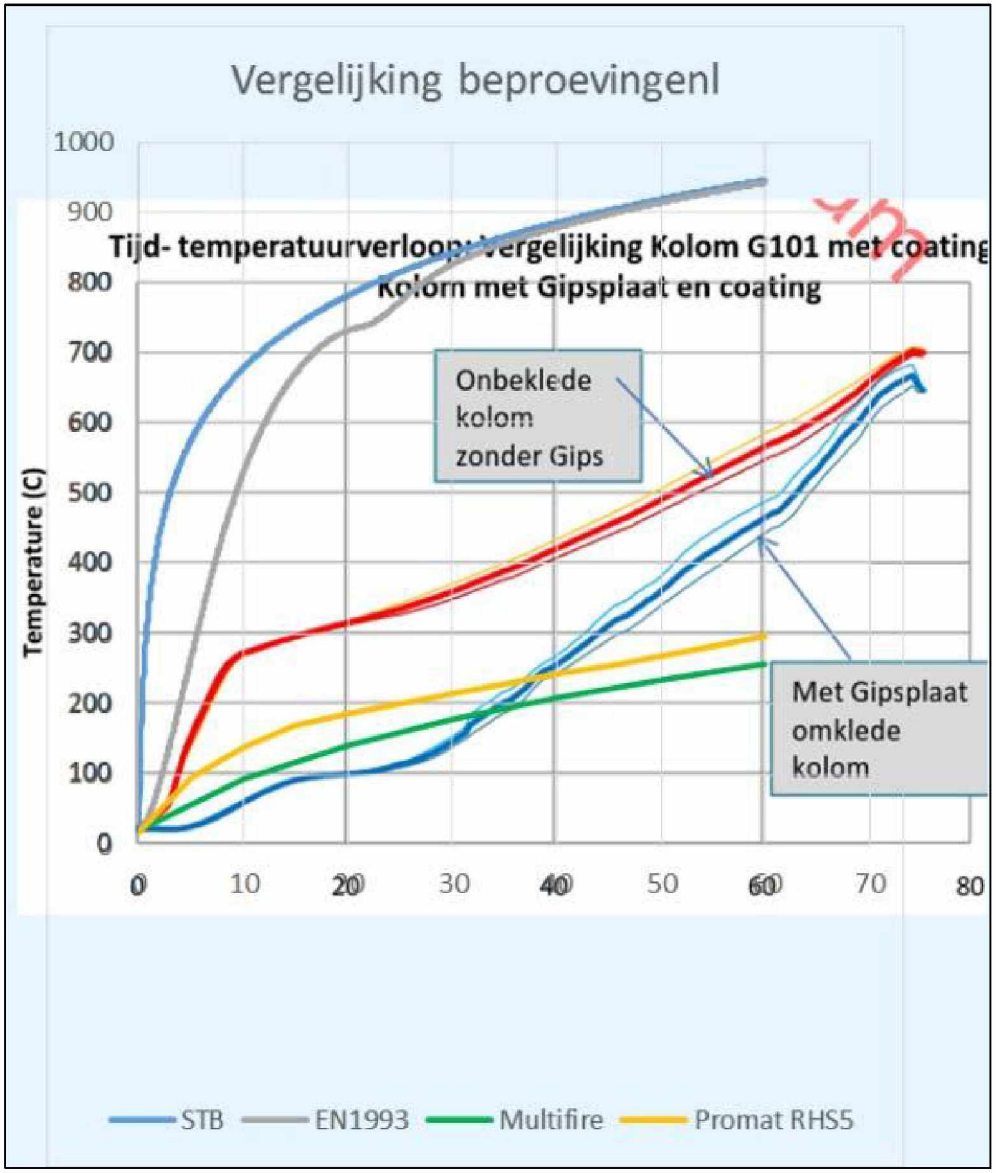
Wij trekken uit de beschikbare gegevens de conclusie dat, in een geheel met opschuimende coating beschermd staalprofiel, de temperatuurstijging na 60 minuten betrouwbaar tot maximaal 260°C kan worden beperkt. Een Promapaint SC3 coating van 6 mm en een Multifire SC900 coating van 5 mm beperken de temperatuur zelfs tot 250°C of nog iets lager.

In het project 5.1,2,e is het gecombineerde staal-Invar profiel niet geheel gecoat. Op de plaatsen waar de hangstaven verbonden zijn met andere, minder geïsoleerde dragende delen is er sprake van een 'hittebrug'. Door de verbindingen ver genoeg ook te coaten kan het effect daarvan op de temperatuur van de hangstaven beperkt blijven. Een marge van 50 - 70°C moet in dat verband volstaan.
Het product van Multifire kan in 5 mm dikte die marge niet leveren. Over de vraag of een grotere applicatiedikte dat wel doet kunnen wij met de beschikbare gegevens geen uitspraak doen.
De Promapaint SC3 coating beperkt in 2 mm dikte de opwarming tot 300 °C, maar op basis van het effect van een 6 mm coating op lichtere profielen **(zie bij lage 3)** kan DGMR de verwachting uitspreken dat een 6 mm coating op het zwaardere profiel A/V = 50 m^{-1} de temperatuur tot 200 °C of minder beperkt, waarmee de gewenste marge aanwezig is.

Vanwege de ruimere beschikbaarheid van onafhankelijk vastgestelde gegevens over de prestatie van het product van Promat in vergelijking met gegevens van Multifire stelt DGMR het meeste vertrouwen in het product van Promat. DGMR adviseert daarom om de hangstaven met 6 mm Promapaint SC3 te coaten. De coating moet worden doorgezet op de horizontale ondersteuningsprofielen van de trapsteken en de verbindingen daarmee. Ook moet de coating bij brand overal voldoende ruimte krijgen om te expanderen, omdat de volumetoename essentieel is voor de isolerende werking.

Als de wens bestaat om alsnog een product van Multifire te gebruiken, dan moeten aanvullende gegevens over het product onderbouwen dat daarmee de benodigde prestatie haalbaar is.

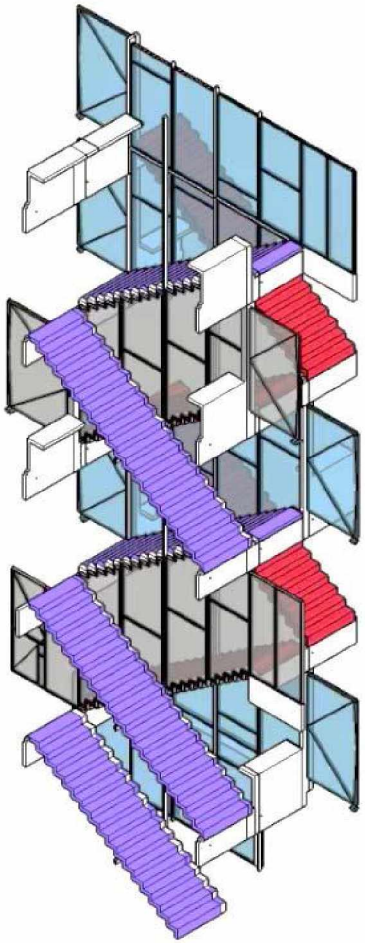
Bij lage 4 - notitie Pieters Bouwtechniek
De notitie van Pieters Bouwtechniek van 15 juni 2017 werkt de belastingen en vervormingen uit, **zie bij lage 4**.

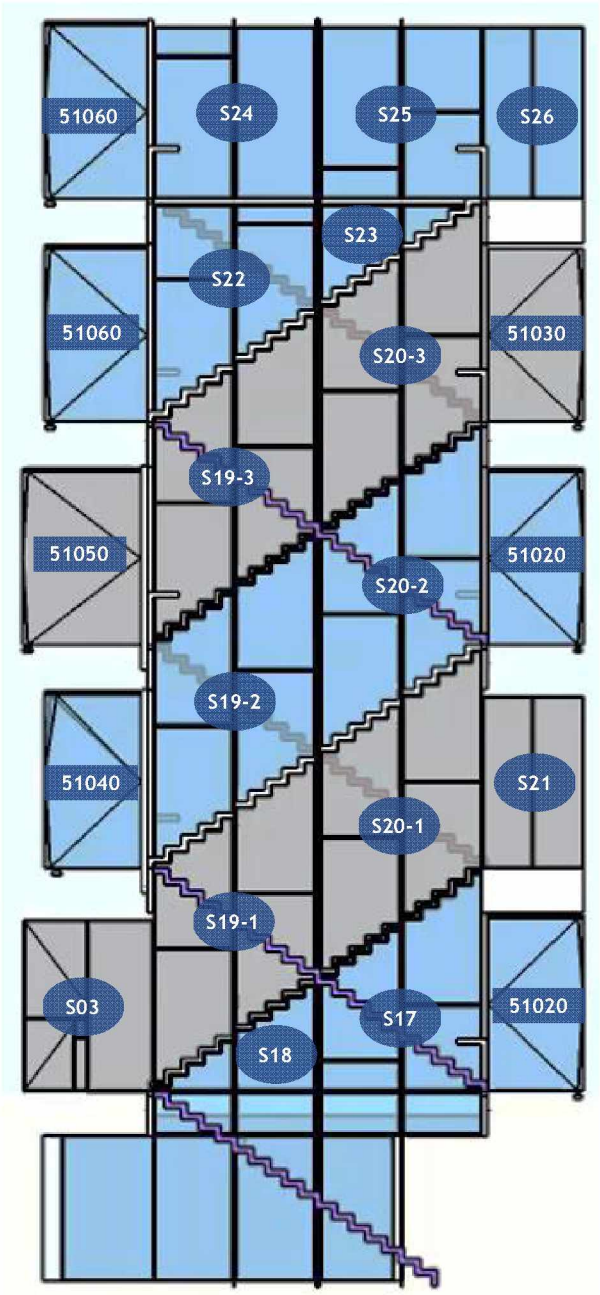


Gemeten verloop van de gemiddelde staaltemperatuur

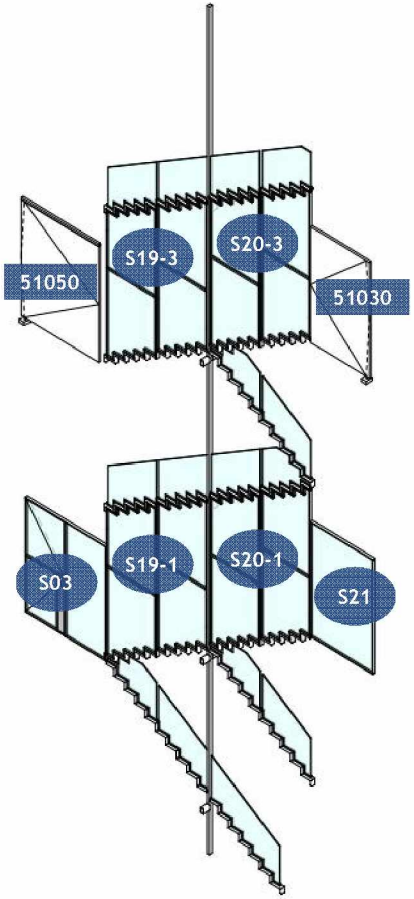
4. Conformiteit trappuien

De betreffende puien zitten aan twee zijden in een veiligheidstrappenhuis. Hiernaast staat in een overzicht weergegeven welke puien waar zitten.

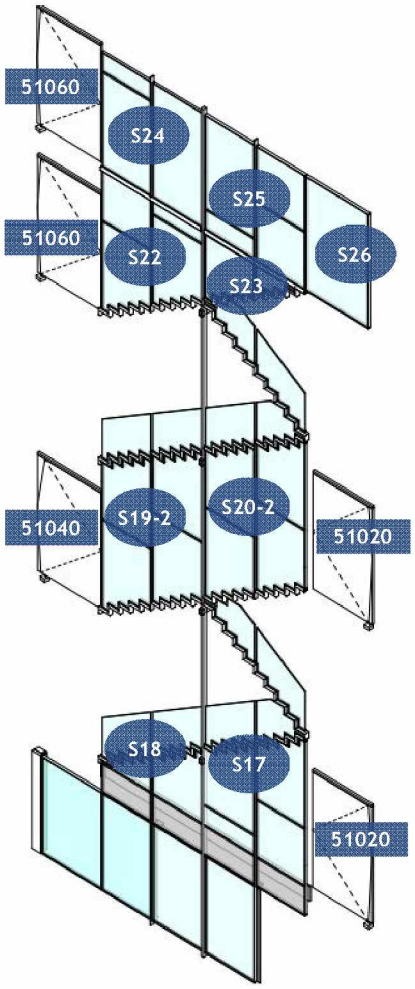




Overzicht posities puien, in 2D en in 3D



3D doorsnede trap 2



3D doorsnede trap 3

4. Conformiteit trappuien

Grondslag
Beoordeling van de brandwerendheid vindt plaats op basis van de omschreven eis in notitie F.2014.0836.43.N002 met als criterium EW60 + EI15 in beide richtingen. Deze notitie is te vinden in **bijlage 5**.

Basis voor deze beoordeling zijn de volgende rapporten, tekeningen en berekeningen:

Rapporten
- G.2012.1453.01.R001 versie 7 van 20 september 2016 (maximumrapport SL-30 systeem)
- Y-1528-1-RA-001 van 14 augustus 2014 (Testrapport enkele wanddeur)
- YB 1528-1-RA van 18 mei 2015 (Beoordeling vergroting enkele wanddeur)

De rapporten liggen ter inzage bij MHB te Herveld (5.1,2,e).

Tekeningen
- Puien die rechtstreeks op de trappen zitten (deze zijn te vinden in **bijlage 6**):
  - 5015 (deurconstructie merk S.03 B2) revisie c van 7 juni 2017
  - 5061 (merk S.18) revisie B van 20 juni 2017
  - 5062 (merk S.17)revisie C van 20 juni 2017
  - 5063 (merk S.19-1) revisie B van 20 juni 2017
  - 5064 (merk S.20-1) revisie C van 20 juni 2017
  - 5065 (merk S.21) revisie B van 20 juni 2017
  - 5066 (merk 19-2) revisie B van 20 juni 2017
  - 5067 (merk 20-2) revisie C van 20 juni 2017
  - 5068 (merk S.19-3) revisie B van 20 juni 2017
  - 5069 (merk S.20-3) revisie C van 20 juni 2017
  - 5070 (merk S.22) revisie C van 20 juni 2017
  - 5071 (merk S.23) revisie C van 20 juni 2017
  - 5072 (merk S.24) revisie B van 20 juni 2017
  - 5073 (merk S.25) revisie B van 20 juni 2017
  - 5074 (merk S.26) revisie B van 20 juni 2017
  - C5000 (Algemene gegevens SL-30 60 mm puien) van 3 mei 2017
  - F5 (Verticale details SL-30 60 mm trappuien) revisie B van 20 juni 2017
  - G5 (Horizontale details SL-30 trappuien) revisie B van 13 juni 2017
  - H5 (Details van deurconstructie merk S.03) van 24 april 2017
- Wanddeuren die via een betonnen kolom op deze trappuien zijn aangesloten (deze zijn te vinden in **bijlage 7**):
  - 5101 (Eisen die gesteld worden aan de wanden en de vloer t.b.v. de wanddeuren) revisie C van 13 april 2017
  - 5102 (merk 51020) revisie E van 13 april 2017
  - 5103 (merk 51030) revisie E van 13 april 2017
  - 5104 (merk 51040) revisie E van 18 april 2017
  - 5105 (merk 51050) revisie E van 18 april 2017
  - 5106 (merk 51060) revisie E van 18 april 2017
  - B5000 (Algemene gegevens wanddeuren) revisie B van 18 april 2017
  - V5 (Details wanddeuren op tekening 5102) revisie B van 13 april 2017
  - W5 (Details wanddeur op tekening 5103) revisie B van 13 april 2017
  - X5 (Details wanddeur op tekening 5104) revisie B van 18 april 2017
  - Y5 (Details wanddeuren op tekening 5105) revisie B van 18 april 2017
  - Z5 (Details wanddeuren op tekening 5106) revisie B van 18 april 2017

De plattegronden met MHB merken zijn te vinden in **bijlage 6** van deze notitie.

De overige tekeningen zijn te vinden in **bijlage 7** van deze notitie.

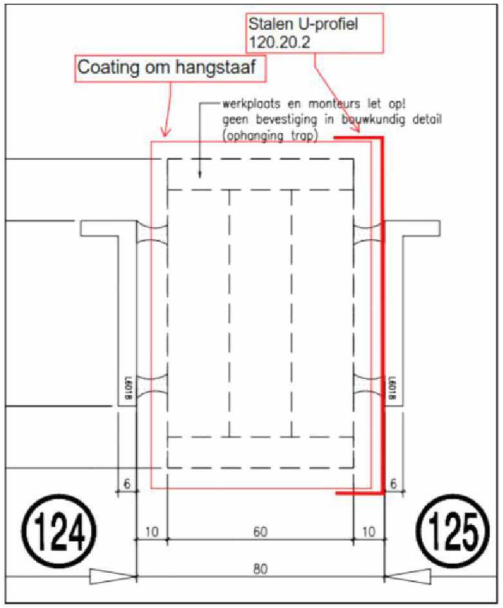
Geldigheid
Op 1 november 2019 wordt CE-markering voor raam- en deurconstructies verplicht. Op dit moment is de EN 14351-2 nog niet definitief. De overgangstermijn voor CE-markering voor binnendeuren is daarom nog niet ingegaan.

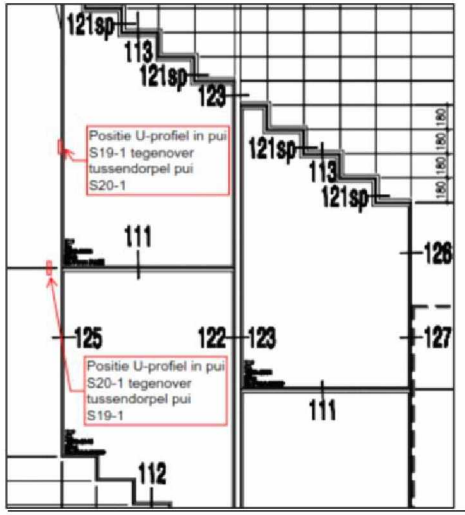
Vanaf het moment dat CE-markering verplicht is, is een beoordeling op basis van NEN 6069 bijlage A voor deze binnendeurconstructies niet meer geldig. Deze notitie heeft daarom een geldigheidsduur tot dat CE-markering voor binnendeuren verplicht wordt. Dat betekent dat deurconstructies die na deze datum in het economisch verkeer worden gebracht niet meer geleverd mogen worden op basis van deze conformiteit.

4. Conformiteit trappuien

Prestatieanalyse

Er zijn drie verschillende puien toegepast:
1. Trappuien opgebouwd uit het SL-30 systeem van MHB
2. Wanddeuren
3. Enkele deurconstructie met zijlicht merk S.03





1. Trappuien

De betreffende trappuien zijn via een stalen kokerprofiel van 50 x 100 mm gemonteerd op de betonnen trappen.

De volgende afwijkingen zijn beoordeeld:
- Trap als ondersteuningsconstructie
- Bevestigingsmateriaal
- Vorm ruiten

Trap als ondersteuningsconstructie

Uitgangspunt voor de doorbuiging van de constructie berekening was het volgende:

- Brand onderzijde trap: trapdeel max. 14,9 mm doorbuiging in het midden
- Brand bovenzijde trap: trapdeel max. 19,9 mm beweging omhoog in het midden

Daarbij is er in de berekening van uitgegaan dat de maximale vervormingen alleen kunnen optreden direct bij de brandhaard, en niet voor alle trappen gelijktijdig.

De stalen puien worden middels een doorlopend stalen kokerprofiel van 50 x 100 mm vastgezet aan de betonnen traptreden en aan de overige betonnen ondersteuningsconstructie. Ter plaatse van de hangstaaf worden de stalen puien niet bevestigd aan de hangstaaf, maar wordt de naad tussen de hangstaaf en de stalen pui afgedicht met een brandwerende kit op een steenwol rugvulling.

Aan de overige drie zijden worden de trappuien bevestigd aan de betonnen trap, wand of vloer. Dat de pui niet is bevestigd aan de hangstaaf is gelijkwaardig aan de beproefde vrije rand. Conform rapport 2009-Efectis-R0909, die onderdeel is van rapport G.2012.1453.01.R001 versie 7, was de verplaatsing van de stijl aan de vrije rand tot 30 minuten maximaal 65 mm bij een puihoogte van 3.000 mm en werd de verplaatsing daarna weer minder (als gevolg van het opwarmen van de niet verhitte zijde door de geleiding binnen het profiel). De betreffende trappuien hebben ter plaatse van de hangstaaf een hoogte van circa 3.500 mm. Geëxtrapoleerd bedraagt de maximale doorbuiging dan 88 mm.

Om te voorkomen dat de pui buiten hangstaaf terecht komt, wordt een stalen U-profiel met een maat van 20.120.2 in de naad tussen de hangstaaf en de pui, met de opening naar de hangstaaf toe gezet, zie ook de figuur linksboven op dit blad. Dit U-profiel met een hoogte van 40 mm wordt uitsluitend geplaatst op de posities van de tussendorpels, zie ook de figuur linksonder op dit blad.

De betonnen trap kan hiermee worden gezien als een volwaardige ondersteuningsconstructie voor de pui, mits er bij brand in verticale zin rekening wordt gehouden met 20 mm omtrekspeling om de vervorming van de trap op te kunnen nemen. Conform de details 113, 119 en 120 op blad F5 (zie bijlage 7, en figuur) is de aangehouden speling boven de puien 20 mm. Hiermee wordt voldaan aan de gestelde eisen.

Bevestigingsmateriaal

De trappuien worden verankerd aan een doorlopend stalen kokerprofiel van 50 x 100 mm die is vastgezet tegen de zijkant van de betonnen traptreden, zie ook detail 113.
Op de M12 bout wordt bij brand een andere kracht uitgeoefend, dan conform het maximumrapport, waarbij de schroeven in het verlengde van de pui zijn aangebracht. Om vervormingen bij brand van de stalen koker te bepreken moet deze op maximaal 600 mm h.o.h. aan de trap worden bevestigd. Door DGMR is de constructieve veiligheid van deze bevestiging niet getoetst.

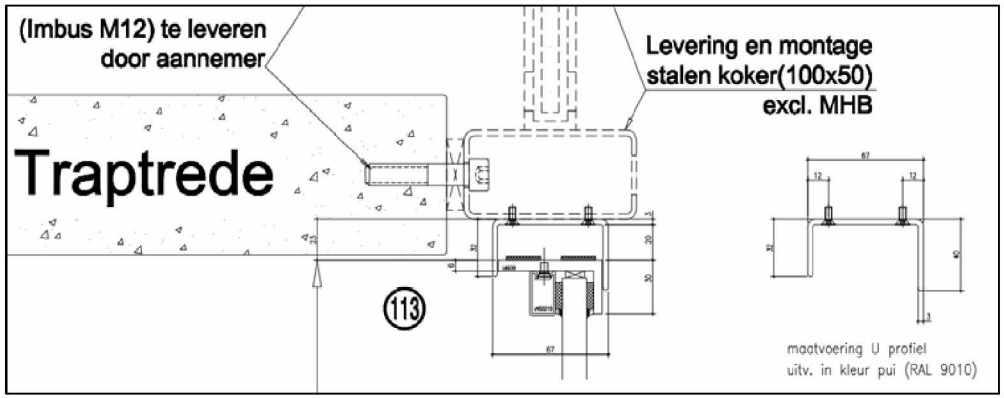
De bevestiging van de puien aan de stalen koker in principe niet af van de wijze waarop dit bij de brandtesten is uitgevoerd (bevestiging in het verlengde van de pui). De h.o.h. afstand van deze bevestigingen mag niet meer dan 500 mm bedragen.

Vorm ruiten

De pui, en daarmee ook de ruiten volgen de vorm van de trap.

Conform NEN-EN 15254-4:2008+A1:2011 hoofdstuk 6.3 is het binnen de toegestane glasafmetingen vormen toe te passen.
Conform het maximumrapport G.2012.1453.01.R001-007 is de maximale glasafmeting 1472 x 3060 mm ≤ 3,78 m². Alle betreffende beglazingen vallen binnen deze glasafmeting.

Het vormglas heeft hiermee geen invloed op de brandwerendheid van de constructie.



Speling van 20 mm

4. Conformiteit trappuien

2. Wanddeuren

De betreffende wanddeuren passen qua afmetingen en materialisering binnen de rapporten. Hieronder worden de afwijkingen ‘aansluiting op een betonkolom’ en ‘computervloer’ van de wanddeuren beoordeeld.

Aansluiting op een betonkolom

De aansluiting op een betonkolom van 90 x 300 mm, waarbij de wanddeur in het midden van de 300 mm aansluit valt ook binnen het gebruik van het testrapport. Conform rapport Y 1528-1-RA-001 was de maximale vervorming van het deurblad circa 110 mm, gemeten aan de boven/sluitzijde van de deurvleugel, waarbij het kozijn op dezelfde manier vervormde gedurende de eerste 10 minuten (na 10 minuten was deze verplaatsingsmeter niet meer intact). De overige vervormingen waren maximaal 70 mm.

Met een deurdikte van 50 mm is er aan beide zijden van de kolom van 300 mm een verplaatsingsruimte van 125 mm. (125 + 125 + 50 = 300 mm). De toegepaste kolomdiepte van 300 mm is daarmee voldoende om de verplaatsing van de wanddeur conform het rapport op te kunnen vangen.
DGMR is daarom van mening dat de aansluiting op de betonkolom geen invloed heeft op de brandwerendheid van de constructie.

Computervloer

Onder de wanddeuren wordt een computervloer aangebracht. Deze computervloer is als volgt opgebouwd:

- Computervloer op pootjes: Stalen plaat gevuld met Anhydriet, totaal 23 mm dik
- Onder de computervloer ter hoogte van de wanddeuren: EI60 Sonorex 47 schot, naden worden afgetaped
- Boven op de computervloer:
  - 12 mm Multiplex
  - 4 mm houtafwerking of tapijt

Conform het testrapport was de vloer over een breedte van 800 mm opgebouwd uit Promatect H. Dit is een zogenaamde onbrandbare vloer. Anhydriet is een calciumsulfaat-gebonden gips. Dit is hier aangebracht in een bak van staalplaat De totale vloerdikte inclusief afwerklaag van de computervloer is ca. 40 mm.

Er zijn twee brandsituaties mogelijk:
1. Brand ontstaat onder de computervloer
2. Brand ontstaat boven de computervloer

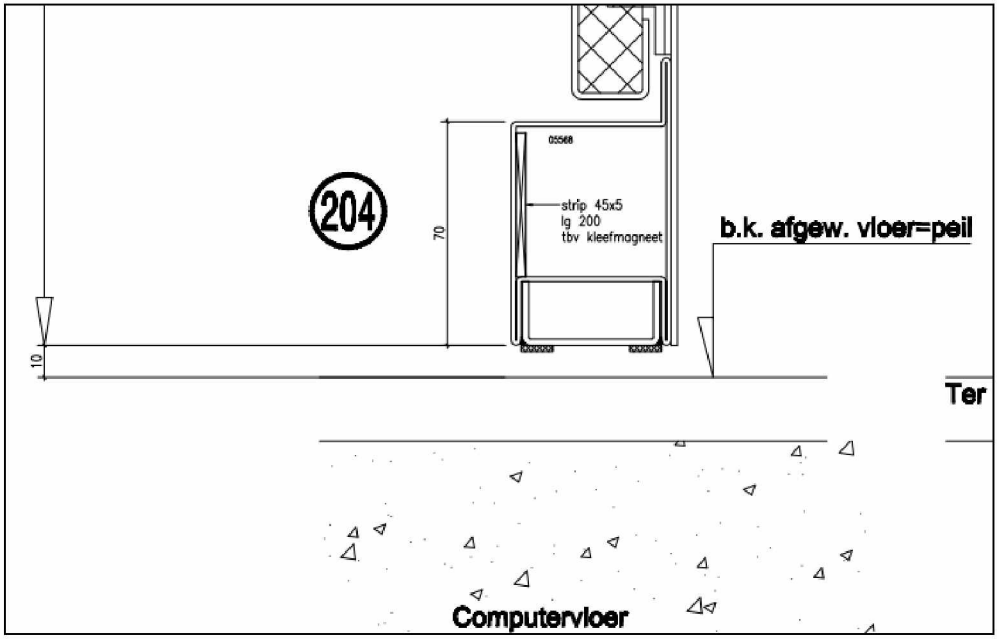
Beide situaties worden hieronder verder beoordeeld.

1 Brand ontstaat onder de computervloer
In dat geval wordt de staalplaat van de computervloer gekoeld door het aanwezige gips aan de bovenzijde van de staalplaat.
Daarnaast wordt de scheiding onder de wanddeur afgedicht gehouden door het Sonorex schot.
De pootjes moeten de computervloer wel kunnen blijven dragen bij brand, en dienen daarom te worden uitgevoerd in staal.

2 Brand ontstaat boven de computervloer
Zoals hierboven bij hoofdstuk 5.2.1 omschreven, buigt de wanddeur bij brand tot 125 mm uit naar het vuur toe.
Omdat de brand uit beide richtingen kan komen, dient de vloer net als de betonkolom over 300 mm vlak te blijven en mag over de vloer zelf geen branduitbreiding plaatsvinden.

De wanddeur zelf is aan de onderzijde voorzien van twee opschuimende banden. Omdat onder de deur lucht wordt aangezogen naar de brandruimte zullen deze banden niet meteen opschuimen (ze worden gekoeld door de luchtstroom). Het is daarom zaak dat het materiaal van de vloerafwerking de vlammen zelf niet snel verspreid. De vloerafwerking (tapijt, parket) moet daarom minimaal klasse B_{fl} conform EN 13501-1:2007+A1:2009 voldoen. Een andere oplossing is de vloer over een breedte van 40 mm te onderbreken met een horizontaal bevestigde metalen strip van 40x4 mm onder de deur, zodat de vlammen zich niet over de vloer kunnen verspreiden.

DGMR is daarom van mening dat de betreffende computervloer geen invloed heeft op de brandwerendheid van de constructie, mits de vloerafwerking minimaal voldoet aan klasse B_{fl} conform EN 13501-1:2007+A1:2009, of mits de vloer wordt onderbroken door een horizontaal bevestigde metalen strip van 4x40 mm, bevestiging h.o.h. maximaal 500 mm.



4. Conformiteit trappuien

3. Enkele deurconstructie met zijlicht merk S.03

Deze deurconstructie heeft de volgende afwijkingen ten opzichte van het maximumrapport G.2012.1453.01.R001-007:
- Vleugelhoogte
- Elektrische dagschootopener

Vleugelhoogte

Conform het maximumrapport G.2012.1453.01.R001-007 is voor een enkele deur een maximale vleugelhoogte toegestaan van 2.644 mm. De betreffende vleugelhoogte is 2.713 mm.

In het maximumrapport is het volgende niet meegenomen bij de beoordeling: Conform EN 15269-5:2014+A1:2016 hoofdstuk A.2.2 staat dat voor de vleugelhoogte van een enkele deur een extra test (met een grotere vleugelafmeting) mag worden aangevoerd van een dubbele deur. Conform het maximumrapport is voor een dubbele deur de maximale vleugelhoogte 2.738 mm. Daarbij valt het vleugeloppervlak van de betreffende deur met 2,78 m² binnen de maximale vleugeloppervlakte voor een enkele deur conform het maximumrapport van 3,06 m².

Hiermee wordt voldaan aan de gestelde eisen.

Elektrische dagschootopener

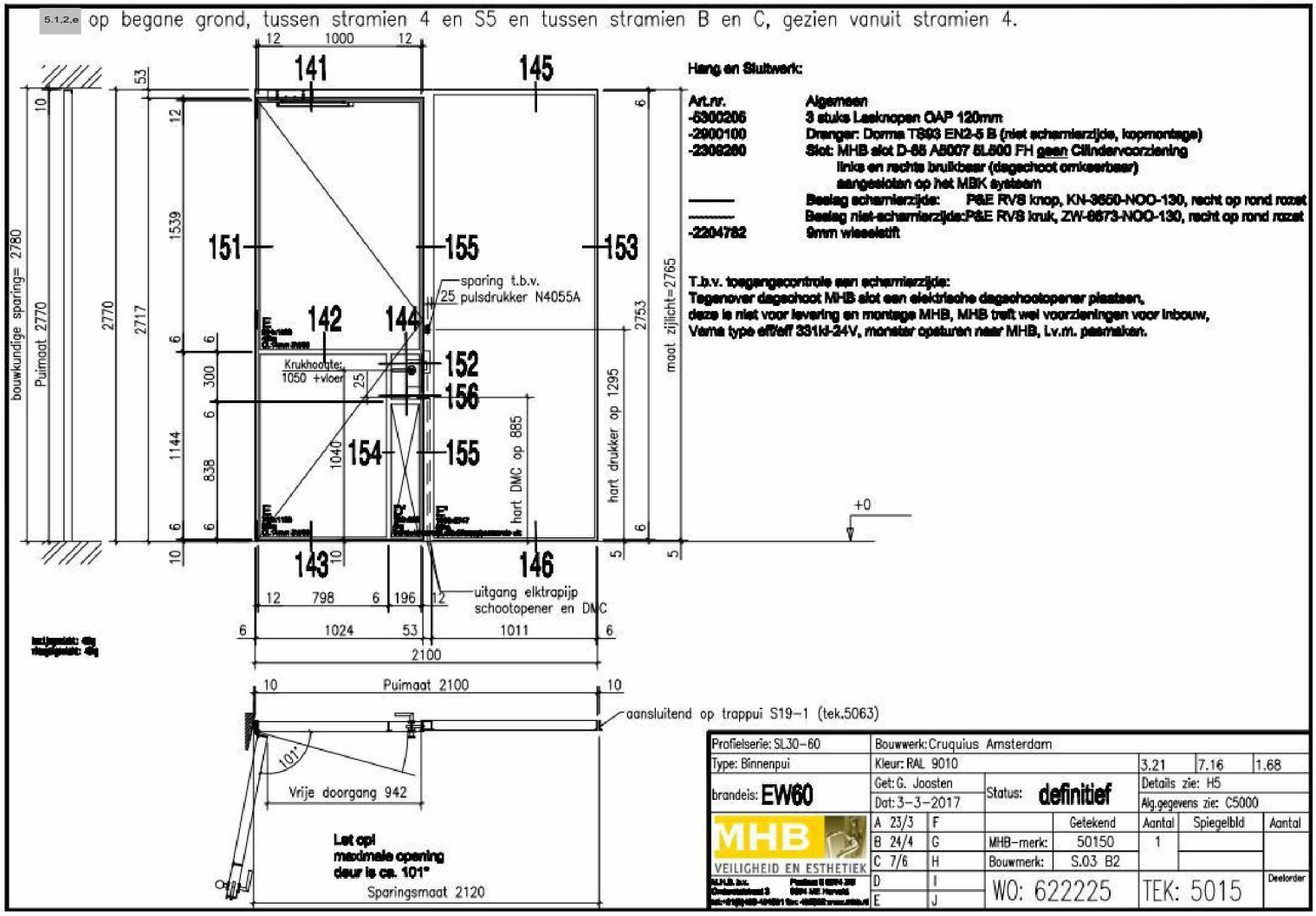
Op de tekening 5015 van MHB (zie bijlage 3) staat het volgende aangegeven:
Ten behoeve van toegangscontrole aan scharnierzijde: Tegenover dagschoot MHB slot een elektrische dagschootopener plaatsen, deze is niet voor levering en montage MHB. MHB treft wel voorzieningen voor inbouw, Vema type eff/eff 331kl-24V, monster opsturen naar MHB, in verband met pasmaken.

Dit betekent dat de gebouweigenaar/gebruiker of de aannemer zelf deze elektrische dagschootopener gaat plaatsen. Indien deze dagschootopener spanningloos ontgrendeld of te wel ruststroom gestuurd is, geeft deze niet het bij brand benodigde sluitpunt.

De betreffende Vema type eff/eff 331kl-24V is ruststroom gestuurd (zie de documentatie op internet: http://www.assaabloy.nl/Local/NL/Beeldbank/Productcatalogus/effeff/Deuropeners/331KL.pdf) en is daarmee niet akkoord voor deze deurconstructie. Er dient een alternatieve deuropener te worden toegepast die spanningloos vergrendeld of te wel arbeidsstroom gestuurd is.

In dit laatste geval zal het sluitpunt bij brand blijven werken.

Om deze deurconstructie te laten voldoen aan de gestelde brandwerendheid dient deze elektrische deuropener daarom spanningloos vergrendeld te zijn en aantoonbaar geschikt te zijn voor toepassing in een EW60 brandwerende stalen deurconstructie.

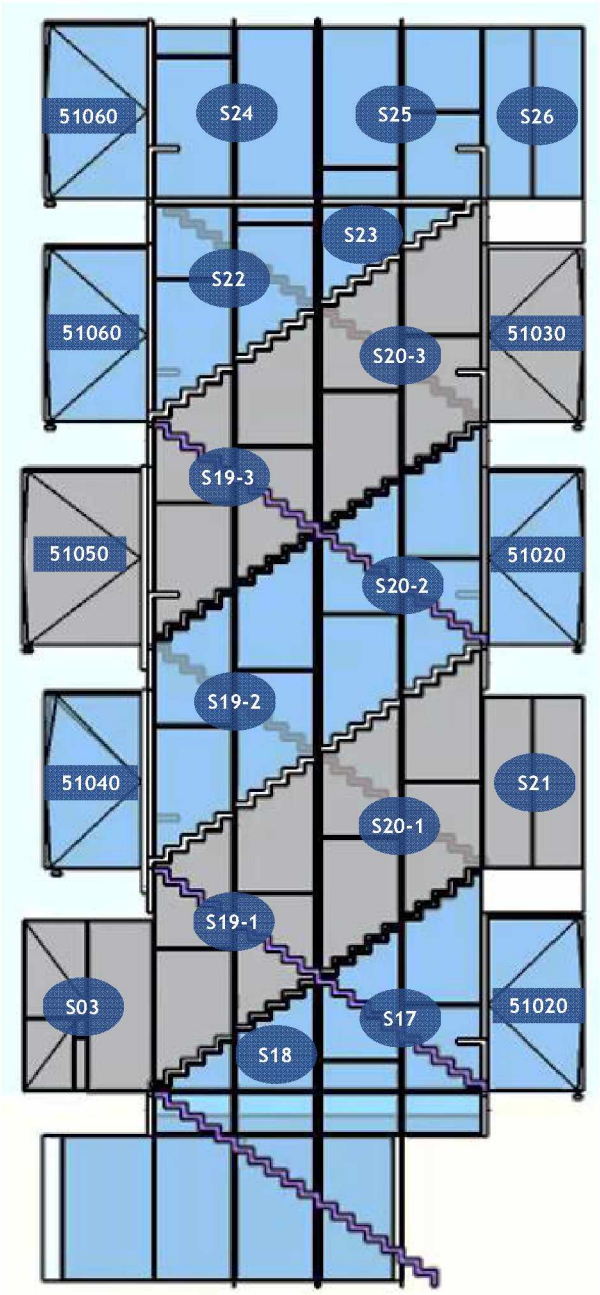


5. Conclusie conformiteit

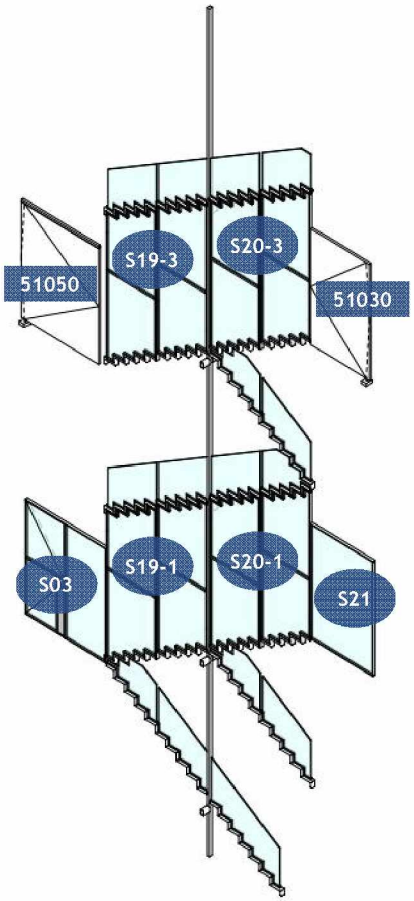
➢ DGMR is van mening dat de betreffende trappuien inclusief de aangrenzende wanddeuren en enkele deur met zijlicht merk S.03 zullen voldoen aan de gestelde criteria 'vlamdichtheid en brandwerendheid met betrekking tot de straling gedurende tenminste 60 minuten bij brand in beide richtingen'.

Voorwaarde zijn de volgende onderdelen:

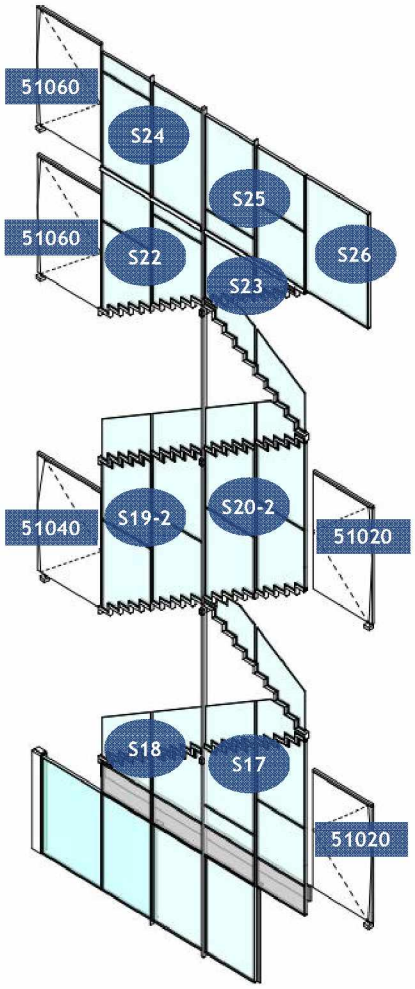
- Bij de trappuien dient de bevestiging van de stalen kokers aan de trap maximaal h.o.h. 600 mm te zijn en van de puien aan de stalen kokers maximaal 500 mm te zijn.
- Het SL-30 systeem dient op de kopse kant tegen de hangstaaf aan te worden voorzien van 2 stuks opschuimende banden (afmeting 10 x 2 mm, dezelfde als rondom de wanddeuren van MHB).
- De vloerafwerking op de computervloer onder de wanddeuren dient minimaal te voldoen aan klasse B_{fl} conform EN 13501-1:2007+A1:2009
- De pootjes moeten de computervloer wel kunnen blijven dragen bij brand, en dienen daarom te worden uitgevoerd in staal.
- Er dient een alternatieve deuropener te worden toegepast, bij deurmerk S.03. Deze dient spanningloos vergrendeld of te wel arbeidsstroom gestuurd te zijn. De alternatieve elektrische deuropener dient daarnaast geschikt te zijn voor toepassing in een EW60 brandwerende stalen deurconstructie.



Overzicht posities puien, in 2D en in 3D



3D doorsnede trap 2



3D doorsnede trap 3

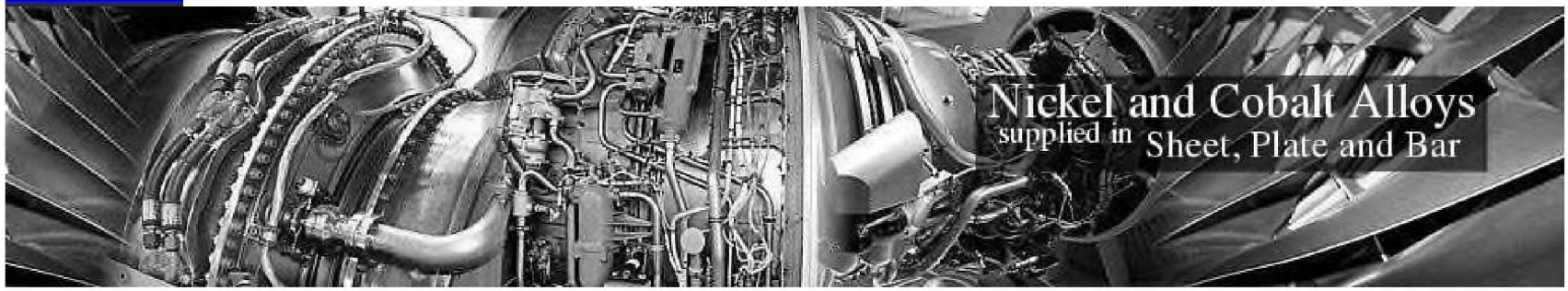
Bijlage 1 Verklaring Efectis

Bijlage 2 Invar 36 Tech Data

Google Deze pagina weergeven in het: Nederlands Vertalen Uitschakelen voor: Engels Opties ▼

HIGH TEMP METALS (/index.php)

800-500-2141



INVAR 36® TECHNICAL DATA

®Carpenter Invar "36" is a registered trademark of Carpenter Technology Corporation

Type Analysis (6) | Description | Applications | Physical Properties
Heat Treatment | Workability | Applicable Specifications

Type Analysis

Element	Min	5.1,2,e
Carbon	--	0.15
Nickel	36.0 nominal	
Phosphorus	--	.006
Iron	Balance	
Silicon	--	0.40
Manganese	--	0.60
Sulfur	--	0.004
Chromium	--	0.25
Cobalt	--	0.50

Description

Invar 36 is a 36% nickel-iron alloy possessing a rate of thermal expansion approximately one-tenth that of carbon steel at temperatures up to 400°F(204°C)

Applications

This alloy has been used for applications where dimensional changes due to temperature variation must be minimized such as in radio and electronic devices, aircraft controls, optical and laser system, etc.
Invar 36 alloy has also been used in conjunction with high expansion alloys in applications where a motion is desired when the temperature changes, such as in bimetallic thermostats and in rod and tube assemblies for temperature regulators.

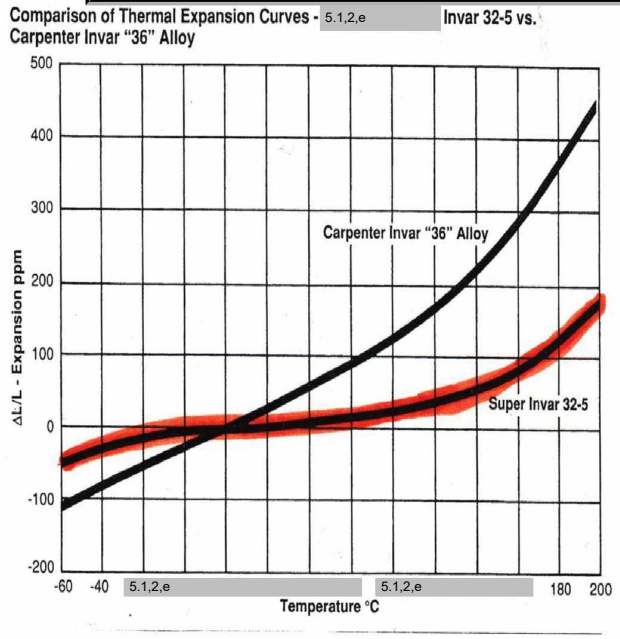
Physical Properties

Specific gravity 8.05
Density
lb/cu in 0.291
kg/cu m 8055
Thermal conductivity
Btu-in/ft²/hr/°F 72.6
W/m þ K 10.5

Electrical resistivity
ohm-cir mil/ft 495
microhm-mm 820
Temperature coefficient of electrical resistivity
per °F (70/212°F)..... 0.0006
per °C (21/100°C) 0.0011

Temperature		Coefficient	
°F	°C	in/in/°F x 10(-6)	cm/cm/°C x 10(-6)
200	93	0.72	1.30
300	149	1.17	2.11
500	260	2.32	4.18
700	371	4.22	7.60

Thermal Expansion Curves



Curie temperature

°F 535

°C 279

Melt point

°F 2600

°C 1427

Specific Heat

Btu/lb þ°F 0.123

kJ/kg þK 0.515

Modulus of elasticity

	Cold Rolled Strip	Annealed Bar and Strip
psi x 10(6).....	21.5.....	20.5
MPa x 10(3)	148	141

Heat Treatment<

Proper heat treatment is critical to ensure that Invar 36 remains in a low internal stress condition both throughout fabrication and during the service life of the tool. Recommended heat treatment parameters are shown in table below

Heat treatment	Time/Temp/Cool	Application
Full Anneal	1 hr at 1550°F or 2 hrs at 1350°C air or oven cool	Following extensive forming or welding
Stress Relieve Anneal (optional)	2 hrs at 600°F air or oven cool	1. Between rough and final machining 2. Following minor weld repairs

Note:

5.1,2,e plate thickness over 1.00", modify the heat treatment time at temperature.
Add one hour per additional inch of thickness. Example: 5 hrs at 600°F require to stress relieve anneal 4.00" thick plate.

5.1,2,e 36 will develop oxidation scale that increases as both heat treatment time and temperature increase. For applications where sand blasting is not an available process, a controlled atmospheric heat treatment oven will be required.

5.1,2,e 36 must be free of surface contaminants and cleaned before heat treatment.

5.1,2,e inducted tool distortion can be minimized by controlling heat up and cool down during full anneal heat treatment. During heat up, first stabilize the tool at 500°F and then increase by 50°F per hour to full anneal temperature. During cool down, decrease the temperature by 50°F per hour until temperature of the tool is below 600° 5.1,2,e tools exceeding 8 feet in length, weights may be added to the ends and/or center of the tool as required to further assist in maintaining contour.

Workability

Forging

The principal precaution to observe in forging is to heat quickly and avoid soaking in the furnace. 5.1,2,e soaking may result in a checked surface due to absorption of sulfur from the furnace atmosphere and/or oxide penetration. A forging temperature of 2000/2150°F ispreferred.

Coolant

It is important to control heat build up, the major cause of warpage. A suggested coolant would be 5.1,2,e 5.1,2,e contains fatty esters to reduce friction in the cutting zone and a refrigerant to remove the heat generated by friction between the cutting tool and work place.

Tooling

T-15 Alloy, such as 5.1,2,e by Vanadium Alloys Company. M-3 Type 2, such as Van Cut Type 2-manufactured by Vanadium Alloys Company. Congo manufactured by Braeburn.
For machining with carbide tools, a K-6 manufactured by Kennemetal, Firthie HA manufactured by Firth Sterling, or #370 Carboloy could be used, or a K2S manufactured

Turning

If steel cutting tools are used, try a feed of approximately .010" to .012" per revolution and a speed as high as 35/FPM could probably be attained. Some of the angels on the cutting tools would be as follows:

- End cutting edge angle -Approximately 7°
- Nose radius -Approximately .005"
- Side cutting edge angle -Approximately 15°
- Back rake -Approximately 8°
- Side rake -Approximately 8°

When cutting off high speed tools are better than carbide tools, and a feed of approximately .001" per revolution should be used. The cutting tools should have a front clearance of about 7° and a fairly big tip--larger than 25° would be helpful.

Welding

Invar 36 can be welded by the convetional methods. Caution must be taken so as not to overheat the molten metal. This will avoid spattering of the molten metal and pits in the welded area. When filler rod is required , Invarod has been used.

Drilling

When drilling a 3/16" diameter hole, a speed of about 40/FPM could possibly be used, and the feed should be about .002" to .0025" per revolution, for a 1/2" hole, approximately the same speed could be used with a feed of about .004" to .005" per revolution. The drills should be as short as possible, and it is desirable to make a thin web at the point by conventional methods. By conventional methods, we mean do not notch or make a crank shaft grinding. It is suggested that heavy web type drills with nitrided or electrolyzed surfaces be used. The hole, of course, should be cleaned frequently in order to remove the chips, which will gall, and also for cooling. The drill should be ground to an included point angle of 118° to 120°

Reaming

Reaming speeds should be haft the drill speed, but the feed should be about three times the drill speed. It is suggested that the margin on the land should be about .005" to .010", and that the chamfer should be .005" to .010" and the chamfer angle about 30°. The tools should be as short as possible, and have a slight face rake of about 5° to 8°.

Tapping

In tapping, a tap drill slightly larger than the standard drill recommended for conventional threads should be used, because the metal will probably flow into the cut. It is suggested that on automatic machines, a two or three fluted tapping tool should be used. For taps below 3/16", the two fluted would be best. Grind the face hook angle to 8° to 10°, and the tap should have a .003" to .005" chamfered edge. If possible, if binding occurs in the hole in tapping, the width of the land may be too great, and it is suggested that the width of the heel be ground down. Again, it is suggested that nitrided or electrolyzed tools be used. Speed should be about 20/FPM.

High 5.1,2,e *				
Turning And Forming	Cut-Off Tool	1/16"	SFM FEED	65 .0010
		1/8"	SFM FEED	67 .0012
		1/4"	SFM	69

	Tool Width	1/2"	SFM FEED	67 .0012
		1"	SFM FEED	63 .0010
		1-1/2"	SFM FEED	63 .0009
Drilling	Drill Dia.	3/8"	SFM FEED	43 .0030
		3/4"	SFM FEED	45 .0036
Reaming	Under 1/2"		SFM FEED	57 .003
	Over 1/2"		SFM FEED	57 .0045
Threading	T.P.I	3-7½ 8-15	SFM SFM	8 10
	Over 16		SFM	16
Tapping	T.P.I	3-7½ 8-15 16-24	SFM SFM SFM	6 7 11
	Over 25		SFM	16
Milling			SFM FEED	35-70 .002-.005
Broaching			SFM FEED	8-12 .001-.005
Turning Single Point & Box Tools	High Speed Tools		SFM FEED	60-65 .0029-.0043
	Carbide Tools		SFM FEED	160-215 .025-.080

- *When using carbide tools, surface speed feet/minute (SFM) can be increased between 2 and 3 times over the high speed suggestions. Feeds can be increased between

- Note: Figures used for all metal removal operations covered are average. On certain work, the nature of the part may require adjustment of speeds and feeds. Each job has to be developed for best production results with optimum tool life. Speeds or feeds should be increased or decreased in small steps.
- The information and data presented herein are typical or average values and are not a guarantee of maximum or minimum values. Applications specifically suggested for material described herein are made solely for the purpose of illustration to enable the reader to make his own evaluation and are not intended as warranties, either express or implied, of fitness for these or other purposes.

Applicable Specifications

Invar 36 alloy meets the requirement of specification Boeing D-33028.

Invar 36 - Current Inventory Stock (/hightemp/36.php)

About Us (/index.php) / Inventory (/inventory.php) / Technical Data (/disclaimer.php) / Request Quote (/quoteform.php) / 5.1,2,e (/documents.php) / Contact Us (/contact.php)

©2015 High Temp Metals

Selecteer een taal ▼

Brandveiligheid draagconstructies kantoor 5.1,2,e

datum	6 juli 2017	*project*	Brandveiligheid kantoor 5.1,2,e Amsterdam
vestiging	Den Haag	*betreft*	Brandveiligheid draagconstructies
uw kenmerk	-	*versie*	002
ons kenmerk	F.2014.0836.43.N003	*contactpersoon*	ir. P.H.E. (5.1,2,e) van de Leur
verwerkt door	LE|SBA	*e-mail/telefoon*	5.1,2,e@dgmr.nl/ 5.1,2,e

Brandveiligheid draagconstructies kantoor 5.1,2,e

1. Hangstaven

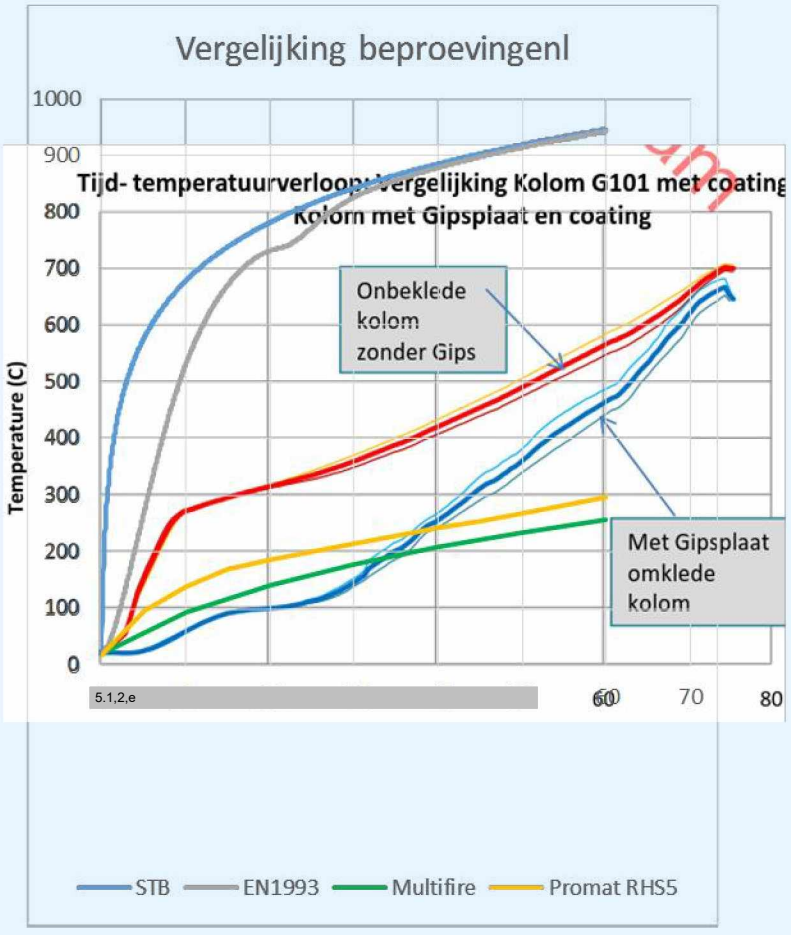
De oplossing met de hangstaven die de trappen ondersteunen is naar opgave van de constructeur haalbaar als de temperatuur na de vereiste brandwerendheidstijd van 60 minuten niet hoger is dan 260°C.

De vraag die aan DGMR is gesteld is: is een opschuimende coating in staat om die bescherming te bieden aan een Invar hangstaaf ingeklemd tussen stalen L-profielen?

De informatie die leveranciers van opschuimende coatings verstrekken voor het ontwerp van staalconstructies beschermd door hun producten, bevat de benodigde gegevens niet. Zij geven namelijk alleen informatie over de omstandigheden na 60 minuten en over kritieke temperaturen van 350°C en hoger. Daaruit is niet af te leiden na hoeveel tijd de staaltemperatuur de voor ons relevante grenstemperatuur van 260°C overschrijdt.

DGMR heeft daarom nadere testgegevens gevraagd en gekregen: beperkte informatie van de firma Multifire (eigen document Multifire met temperatuurverloop in één profiel met profielfactor 52 m^{-1}, coating 5.3 mm SC900; rapport over het effect van extra gipsbekleding van gecoat staal). Uitgebreidere informatie is verkregen van de firma Promat (testrapport product Promapaint SC3, diverse profielfactoren en laagdikten).

De volgende figuren bevatten de verkregen informatie. Figuur 1 laat het gemeten verloop zien van de gemiddelde staaltemperatuur in de proef waarin een dun gecoat, relatief licht profiel (A/V = 180 m^{-1}, coating 0.7 mm Multifire systeem S) met en zonder gipsbeplating wordt gemeten. Rood is zonder, blauw is met gipsbeplating. De rode curve is de aanleiding om verder te kijken: de opschuimende coating heeft pas een - vrij abrupt - effect als na circa 8 minuten (!) de staaltemperatuur ongeveer 275°C heeft bereikt.



figuur 1: gemeten verloop van de gemiddelde staaltemperatuur

Aan de figuur zijn twee curven toegevoegd met gegevens van gecoate profielen met veel lagere profielfactor die min of meer overeenkomt met de hangstaven in het Amvest-kantoor. De groene curve betreft Multifire 5.3 mm systeem S op A/V 52.4 m^{-1}; de gele curve betreft 2 mm Promapaint SC3 op A/V 50 m^{-1}. Meer meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 1.

Wij trekken uit de beschikbare gegevens de conclusie dat, in een geheel met opschuimende coating beschermd staalprofiel, de temperatuurstijging na 60 minuten betrouwbaar tot maximaal 260°C kan worden beperkt. Een Promapaint SC3 coating van 6 mm en een Multifire SC900 coating van 5 mm beperken de temperatuur zelfs tot 250°C of nog iets lager.

In het project 5.1,2,e is het gecombineerde staal-Invar profiel niet geheel gecoat. Op de plaatsen waar de hangstaven verbonden zijn met andere, minder geïsoleerde dragende delen is er sprake van een 'hittebrug'. Door de verbindingen ver genoeg ook te coaten kan het effect daarvan op de temperatuur van de hangstaven beperkt blijven. Een marge van 50 - 70°C moet in dat verband volstaan.
Het product van Multifire kan in 5 mm dikte die marge niet leveren. Over de vraag of een grotere applicatiedikte dat wel doet kunnen wij met de beschikbare gegevens geen uitspraak doen.

De Promapaint SC3 coating beperkt in 2 mm dikte de opwarming tot 300 °C, maar op basis van het effect van een 6 mm coating op lichtere profielen (zie tabel 1 in bijlage 1) kan DGMR de verwachting uitspreken dat een 6 mm coating op het zwaardere profiel A/V = 50 m^{-1} de temperatuur tot 200°C of minder beperkt, waarmee de gewenste marge aanwezig is.

Of een volledige thermische analyse nodig is om dit te onderbouwen, c.q. om vast te stellen tot hoe ver de coating buiten de hangstaven moet worden 'doorgetrokken', kan in nader overleg worden vastgesteld.

Vanwege de ruimere beschikbaarheid van onafhankelijk vastgestelde gegevens over de prestatie van het product van Promat in vergelijking met gegevens van Multifire stelt DGMR het meeste vertrouwen in het product van Promat. DGMR adviseert daarom om de hangstaven met 6 mm Promapaint SC3 te coaten.

Als de wens bestaat om alsnog een product van Multifire te gebruiken, dan zullen aanvullende gegevens over het product moeten onderbouwen dat daarmee de benodigde prestatie haalbaar is.

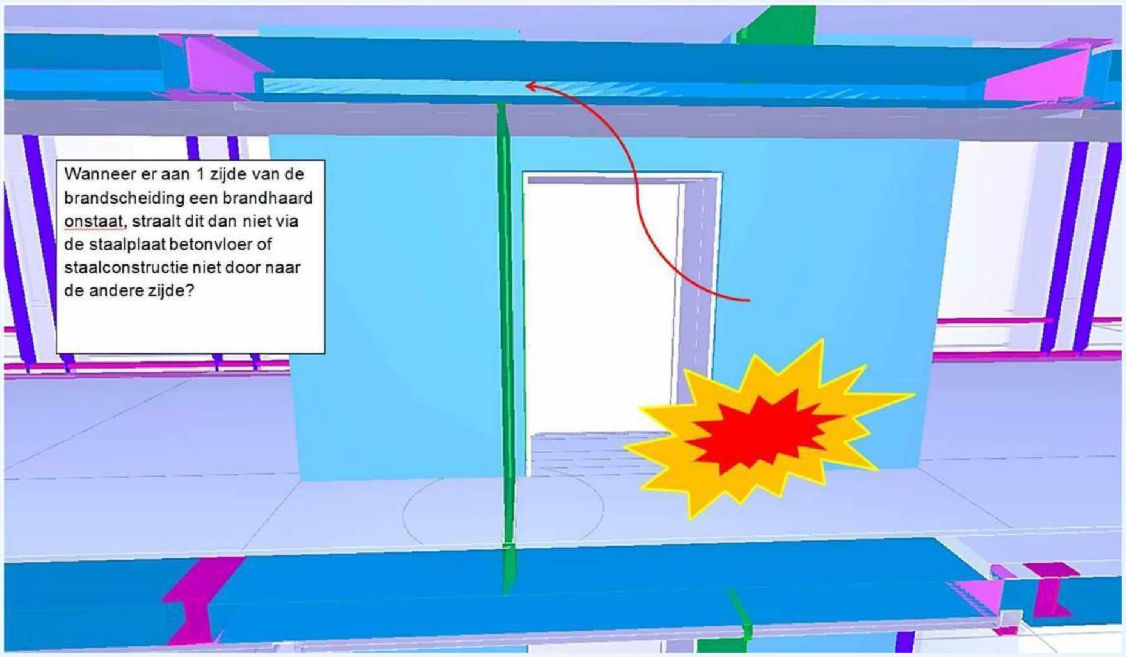
2. Brandwerendheid hoofddraagconstructie

Vraag:
Welke brandwerendheid moet de hoofddraagconstructie (terminologie BB2012: bouwconstructie) hebben?

Antwoord:
60 minuten. De basiseis is 90 minuten, in het bouwaanvraagrapport van juli 2015 hebben we beargumenteerd dat ruim wordt voldaan aan de voorwaarden voor toepassing van de reductie van 30 minuten op de basiseis.

3. Staalplaatbeton vloeren

Vraag:
Op dit punt zijn vragen geformuleerd in een e-mail van 5.1,2,e van 10 februari 2017. De primaire vraag is gesteld door 5.1,2,e De vraag is of de brandwerendheid van de scheidingswand tussen de beide brandcompartimenten niet teniet wordt gedaan door warmteoverdracht ter plaatse van de verdiepingsvloeren (staalconstructie en staalplaatbetonvloeren). Ter illustratie van het mogelijke probleem is in de e-mail onderstaande schets opgenomen.



figuur 2: schets mogelijk probleem

Antwoord:
Warmtegeleiding 'onder de glaspuien door' via de staalplaatbetonvloeren is voldoende klein, door de lage warmtegeleiding in beton. Warmteoverdracht 'boven de glaspuien langs' is minder vanzelfsprekend geen probleem. De schets geeft onvoldoende detail. Daarom is een behandeling afhankelijk van hoe de vloer precies is opgebouwd. De onderzijde van de vloerconstructie bestaat uit de ribben van geprofileerde staalplaat. Als de ribben precies in de langsrichting van de brandscheiding lopen, waarbij de glaspui direct aansluit tegen de staalplaat, dan is het probleem klein of afwezig.
Als de ribben loodrecht staan op de scheiding, of schuin, dan staan de brandcompartimenten met elkaar in open verbinding via de cannelures tussen de ribben. In dat geval moeten de openingen worden gedicht door 'cannelurevulling' van een zware persing steenwol. Dat vereist dat over een afstand van pakweg een 30 cm aan beide zijden een stevige onbrandbare plaat (bijvoorbeeld Promatect-H) tegen de onderzijde van de vloer wordt bevestigd, zodat de cannelurevulling goed omsloten is.

De staalplaatbetonvloer moet bij brand stabiel blijven, onder andere omdat de brandscheiding en de stabiliteit van het andere brandcompartiment ervan afhankelijk zijn. De vloeren moeten daarom zijn ontworpen op 60 minuten brandwerendheid, overigens bij gelijktijdige blootstelling zowel van onderaf als van bovenaf (omdat de verdiepingen bij elkaar in één brandcompartiment liggen). Als de aanwezigheid van de vloeren essentieel is voor de stabiliteit van de staalconstructie, dan zijn de vloeren onderdeel van de 'hoofddraagconstructie bij brand' en moet de brandwerendheid ook om die reden 60 minuten bedragen.

p.o.

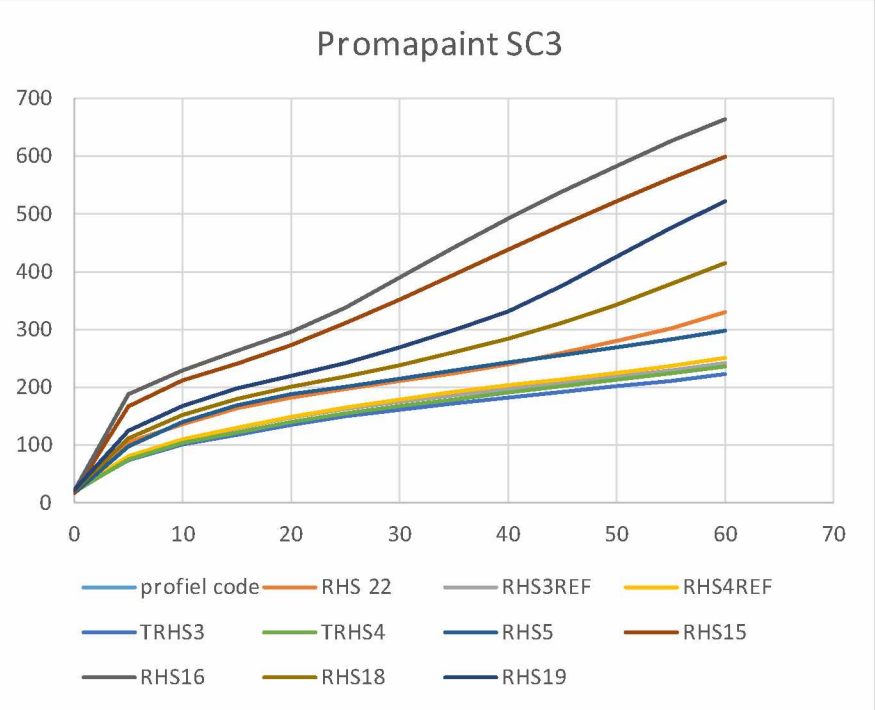
ir. P.H.E. (Peter) van de Leur
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel	Aanvullende informatie Promat en Multifire

Onderstaand is de voor dit project belangrijkste info uit de gegevens verkregen van Promat weergegeven: de temperatuurontwikkeling in beschermde staalprofielen blootgesteld aan standaardbrandcurve, per 5 minuten. De numerieke gegevens staan in de tabel, met daaronder de grafische weergave.

	P	133	140	132	140	50	186	290	187	299	307
Promat	dikte	6	6	6	6	2	2	2	4	4	6
tijd	profiel code	RHS3REF	RHS4REF	TRHS3	TRHS4	RHS5	RHS15	RHS16	RHS18	RHS19	RHS 22
0		20	22	21	19	17	18	21	21	22	18
5		79	81	74	75	98	167	188	112	125	105
10		109	110	101	104	140	212	229	152	168	136
15		129	130	118	122	169	241	263	180	198	164
20		148	149	135	140	188	273	296	201	220	182
25		163	165	150	155	201	311	338	219	242	197
30		175	179	161	168	215	352	390	238	269	211
35		186	192	172	179	229	395	442	261	299	224
40		197	204	182	191	243	438	492	284	331	240
45		208	214	192	202	256	481	539	312	376	260
50		219	225	202	213	269	522	583	343	426	280
55		229	237	211	224	283	562	626	379	476	302
60		242	251	223	236	298	599	664	415	522	330



Pieters BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

VOOR-OPIG

MOESKOPS STAALBOUW B.V.
KENNEDYLAAN KC BERGEIJK POSTBUS AA BERGEIJK INFO MOESKOPS.COM

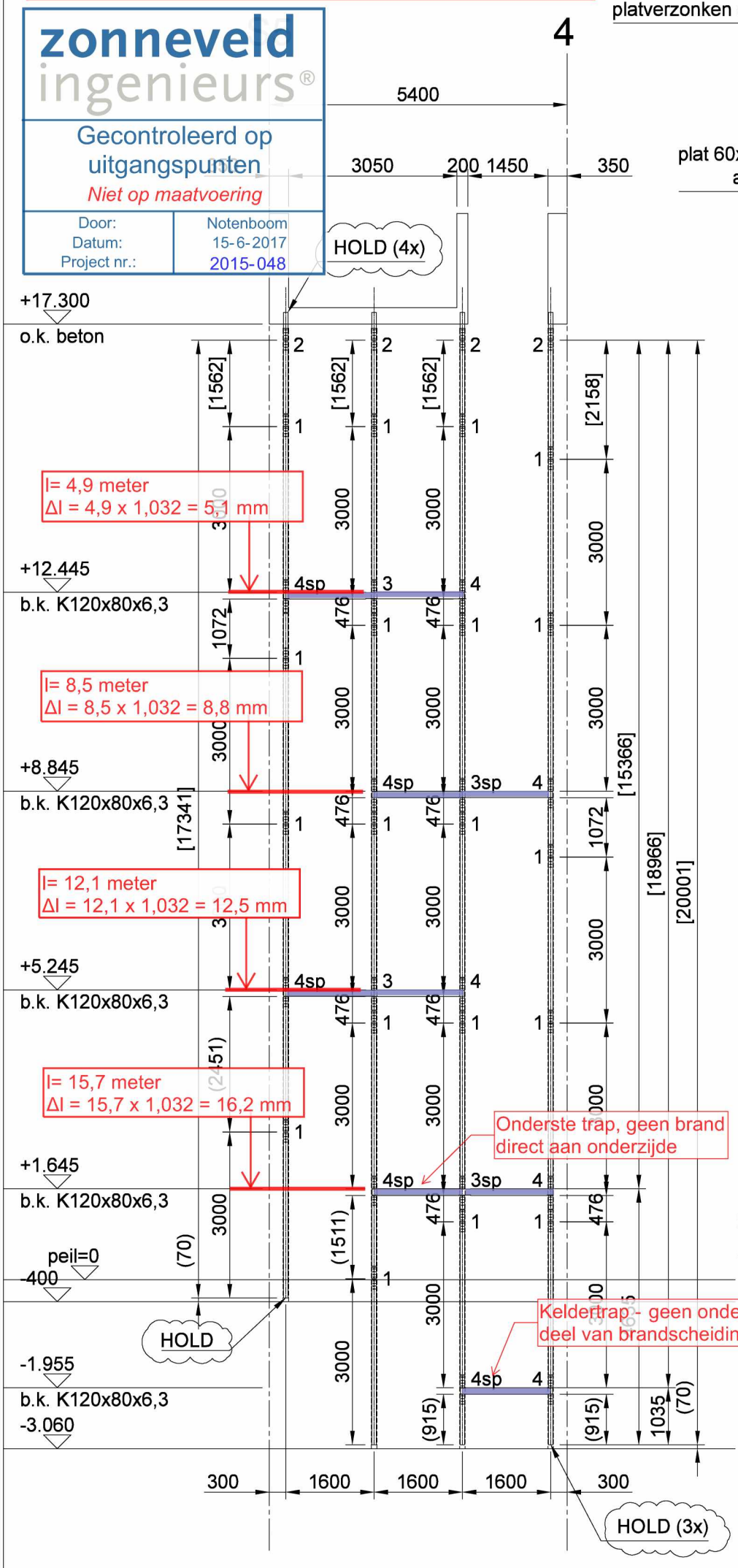
		project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2
		ordernummer:	1150249
		onderdeel:	Hangstaven Trappenhuis str.4-S5
		datum:	21 feb 2017 | A3 1:100/10/5 | TRH-1
		status:	ter informatie
staalsoort:	t.a.v. S355	uitvoering	EXC2
bouten:	t.a.v. 8.8, niet voorgespannen	ankers:	8.8, niet voorgespannen
boutgaten:	t.a.v. normale ronde gaten	ankergaten:	overmaatse ronde gaten
maatvoering:	indicatief, alleen t.b.v. berekening	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

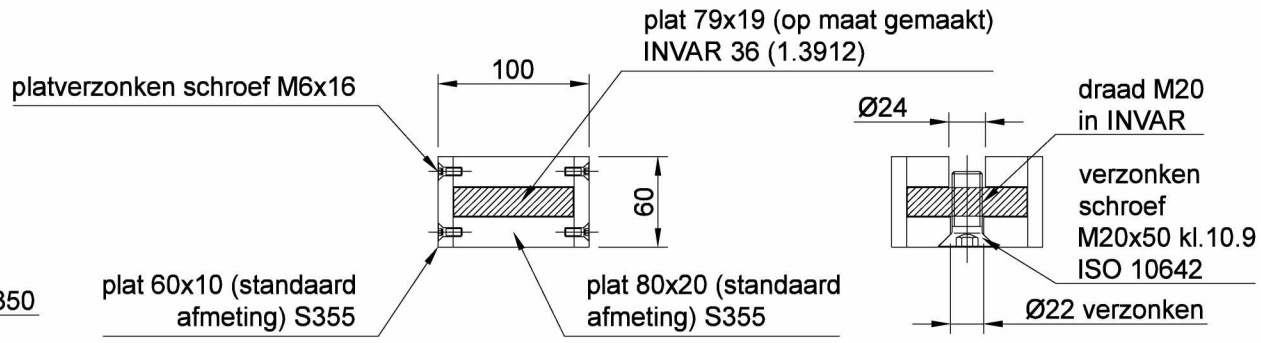
Maximale uitzetting INVAR hangstaaf
Voor verplaatsingen per brandscenario, zie volgende pagina's

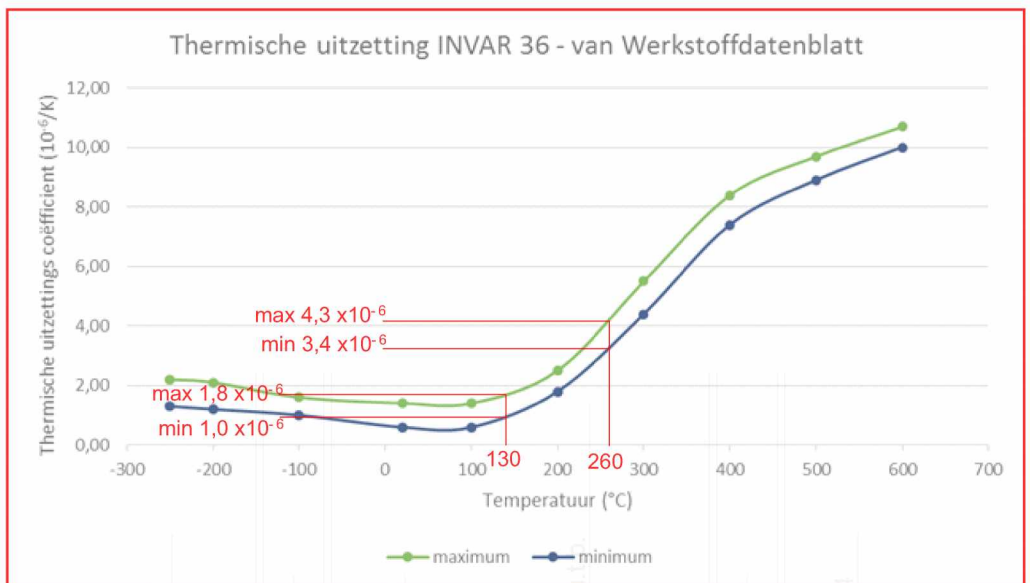
zonneveld ingenieurs®

Gecontroleerd op uitgangspunten
Niet op maatvoering

Door:	Notenboom
Datum:	15-6-2017
Project nr.:	2015-048







Uitgangspunten thermische uitzetting hangstaven:
- Coating Multifire Systeem SC900, laagdikte min. 5,3 mm. Of gelijkwaardig.
- Strip totaal 60x100, profielfactor: (2x(0,06 + 0,1))/(0,06 x 0,01) = 53,3
- $T_{60\ min}$ = 260 graden, conform testdata Multifire, bij profielfactor 52,4 ≈ 53,3
  Zie ook de aangeleverde documenten van Multifire
- Gegevens juiste type Invar, via Moeskops; Werkstoffdatenblatt

- ΔT = 260-20 = 240 °C
- Maximale thermische uitzetting bij 260 graden: 4,3 x 10^{-6} /K
- Thermische uitzetting ΔI/I= 240 x 4,3 x10^{-6} = 1,032 mm/m

Strip gedeeltelijk belast door brand (grootste deel in brandwerende gevel):
- Profielfactor: (0,06 + 2x 0,02)/(0,06 x 0,01) = 16,7
- Aanname: $T_{60\ min}$ = 260/2 = 130 graden
- ΔT = 130-20 = 110 °C
- Maximale thermische uitzetting bij 130 graden: 1,8 x 10^{-6} /K
- Thermische uitzetting ΔI/I= 110 x 1,8 x10^{-6} = 0,198 mm/m

NB:
- In de berekening wordt er van uitgegaan dat de hangstaaf van 60x100 de warmte naar binnen toe geleidt als zijnde een massieve staaf. In werkelijkheid zijn het 3 losse staven van 20 mm dik waardoor de warmte minder goed zal worden overgedragen aan de centrale (Invar) hangstaaf.
- In de berekening is ervan uitgegaan dat bij een brand de volledige hangstaaf doorsnede over de volledige hoogte dezelfde maximale temperatuur krijgt.
- Er zijn geen gegevens voor handen m.b.t. de opwarming van de gedeeltelijk aan brand blootgestelde hangstaaf met profielfactor 16,7.
  Met DGMR is besproken dat de aanname (opwarming tot 50% van de 260 graden als voor de volledig blootgestelde hangstaaf bepaald) conservatief is.
  In werkelijkheid zal de temperatuur van de staven dichter bij elkaar liggen.

Voor de lengte van de slobgaten t.b.v. uitzetting van de buitenste staven van normaal staal rekening houden met een uitzetting bij brand van:
ΔI/I= 240 x 12 x10^{-6} = 2,9 mm/m

- uitgangspunt verdeling: vanaf de trap de deling zo hoog mogelijk
- oppervlaktebehandeling schroeven M6 en M20?
- (....) afhankelijk van voetdetails
- [....] afhankelijk van definitieve uitvoering detail 2
- hangstaven brandwerend behandelen
- definitieve uitvoering en detaillering volgens berekening

DETAIL 3
(2x ag, 2x sp)

DETAIL 4
(5x ag, 5x sp)

Pieters BOUWTECHNIEK

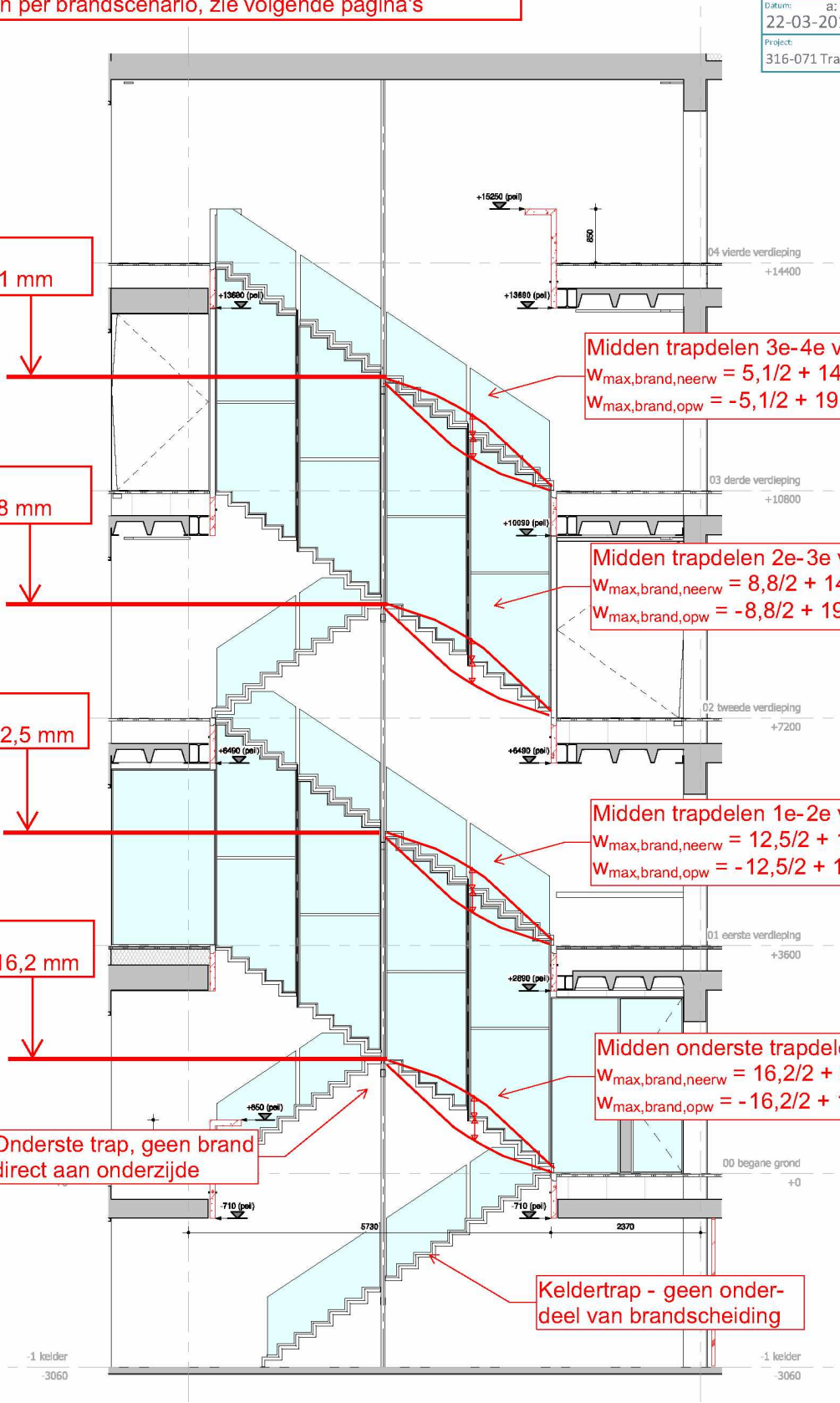
Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 a: 15-06-2017 | Auteur: MdG

Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e -Cruquius Amsterdam

Maximale verplaatsingen, inclusief doorbuiging trappen. (Halverwege tussen vloer en hangstaaf)

Voor verplaatsingen per brandscenario, zie volgende pagina's



l= 4,9 meter
Δl = 4,9 x 1,032 = 5,1 mm

Midden trapdelen 3e-4e verdieping:
$w_{max,brand,neerw}$ = 5,1/2 + 14,9 = 17,5 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -5,1/2 + 19,9 = 17,4 mm

l= 8,5 meter
Δl = 8,5 x 1,032 = 8,8 mm

Midden trapdelen 2e-3e verdieping:
$w_{max,brand,neerw}$ = 8,8/2 + 14,9 = 19,3 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -8,8/2 + 19,9 = 15,5 mm

l= 12,1 meter
Δl = 12,1 x 1,032 = 12,5 mm

Midden trapdelen 1e-2e verdieping:
$w_{max,brand,neerw}$ = 12,5/2 + 14,9 = 21,2 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -12,5/2 + 19,9 = 13,7 mm

l= 15,7 meter
Δl = 15,7 x 1,032 = 16,2 mm

Midden onderste trapdelen:
$w_{max,brand,neerw}$ = 16,2/2 + 6,4 = 14,5 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -16,2/2 + 19,9 = 11,8 mm

Onderste trap, geen brand direct aan onderzijde

Keldertrap - geen onder-deel van brandscheiding

Uitgangspunt:
Brand onderzijde: trapdeel max 14,9 mm doorbuiging in midden
Brand bovenzijde: trapdeel max 19,9 mm beweging omhoog in midden
Gebruikssituatie: onderste trap max 6,4 mm (einddoorbuiging, niet QP combinatie - dus ongunstig)

doo

Let op: Dit zijn de maximale vervormingen, deze kunnen alleen optreden direct bij de brandhaard, niet voor alle trapdelen gelijktijdig.

NB: bij de berekening van de doorbuiging van de trappen is uitgegaan van een scharnierende verbinding tussen de trappen. In werkelijkheid worden de trappen constructief gekoppeld en zal enige inklemming optreden wat een gunstig effect heeft op de optredende doorbuiging.

Pieters
BOUWTECHNIEK

Pieters
BOUWTECHNIEK

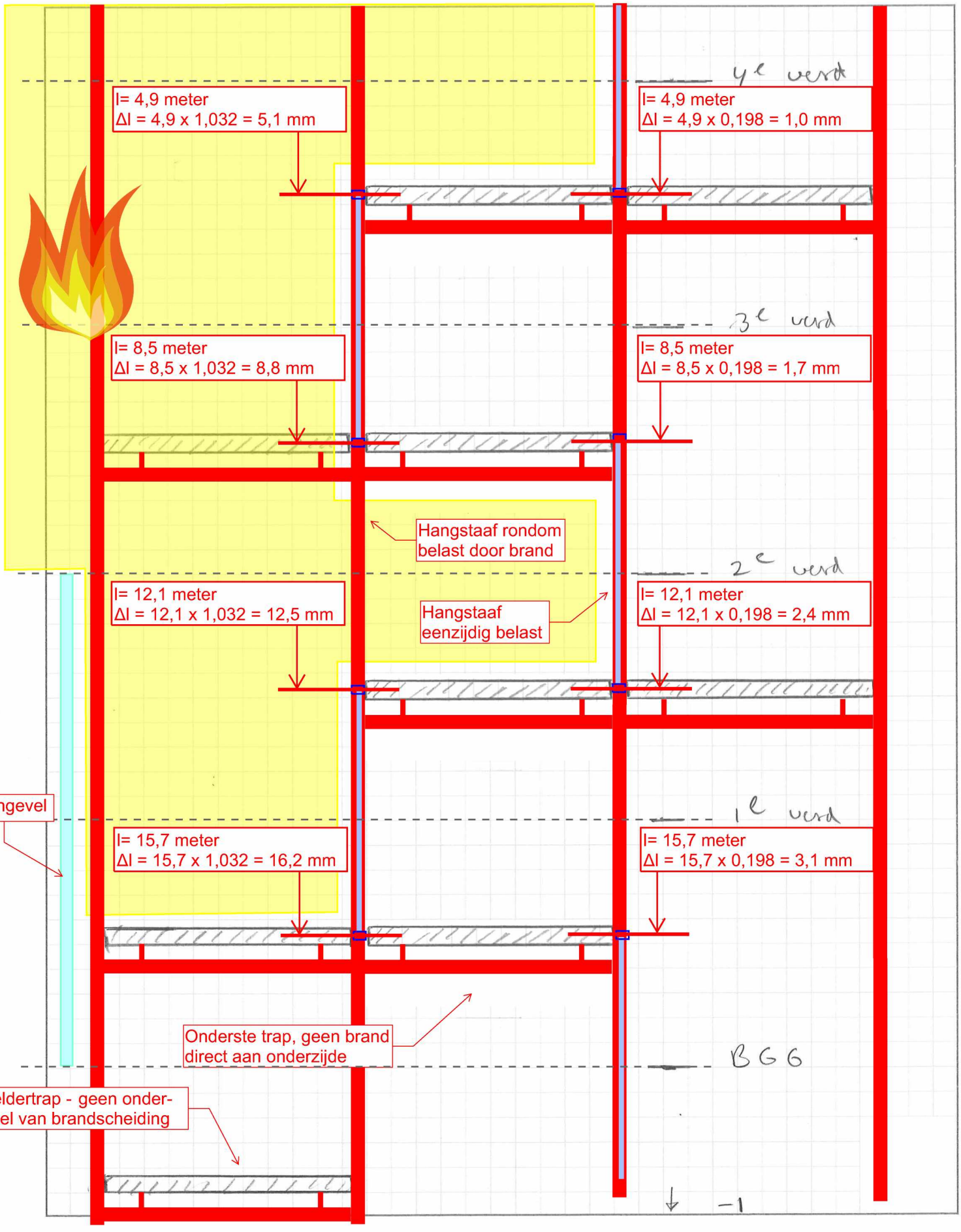
Onderwerp:
Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017

Auteur: MdG

Project:
316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 1 - vervorming t.p.v. hangstaven



Pieters
BOUWTECHNIEK

Pieters
BOUWTECHNIEK

Onderwerp:
Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

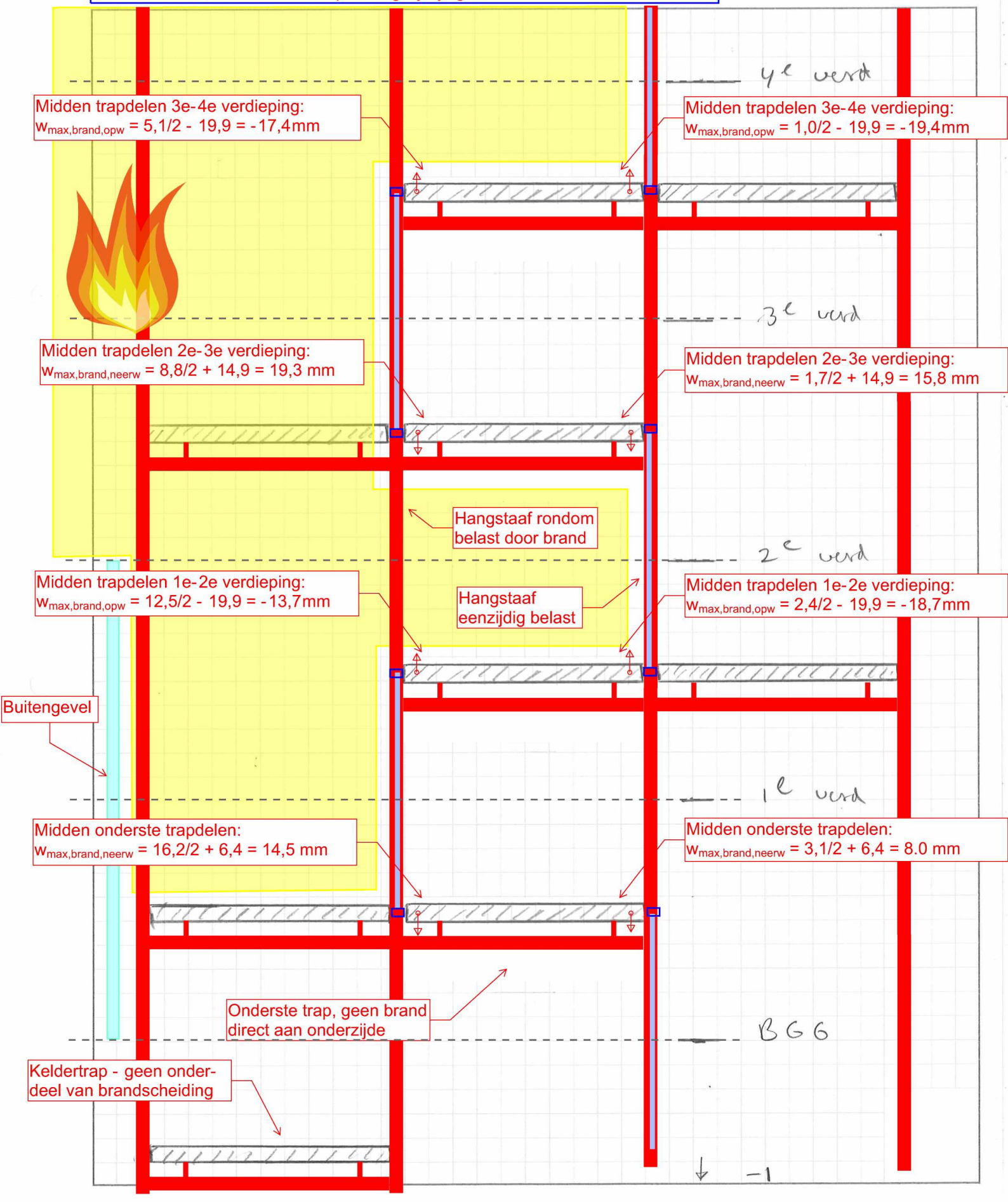
Datum: a: 15-06-2017
22-03-2017

Auteur:
MdG

Project:
316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 1 - vervorming halverwege tussen vloer en hangstaaf

Let op: Dit zijn de maximale vervormingen, deze kunnen alleen optreden direct bij de brandhaard, niet voor alle trapdelen gelijktijdig.



Pieters
BOUWTECHNIEK

Pieters
BOUWTECHNIEK

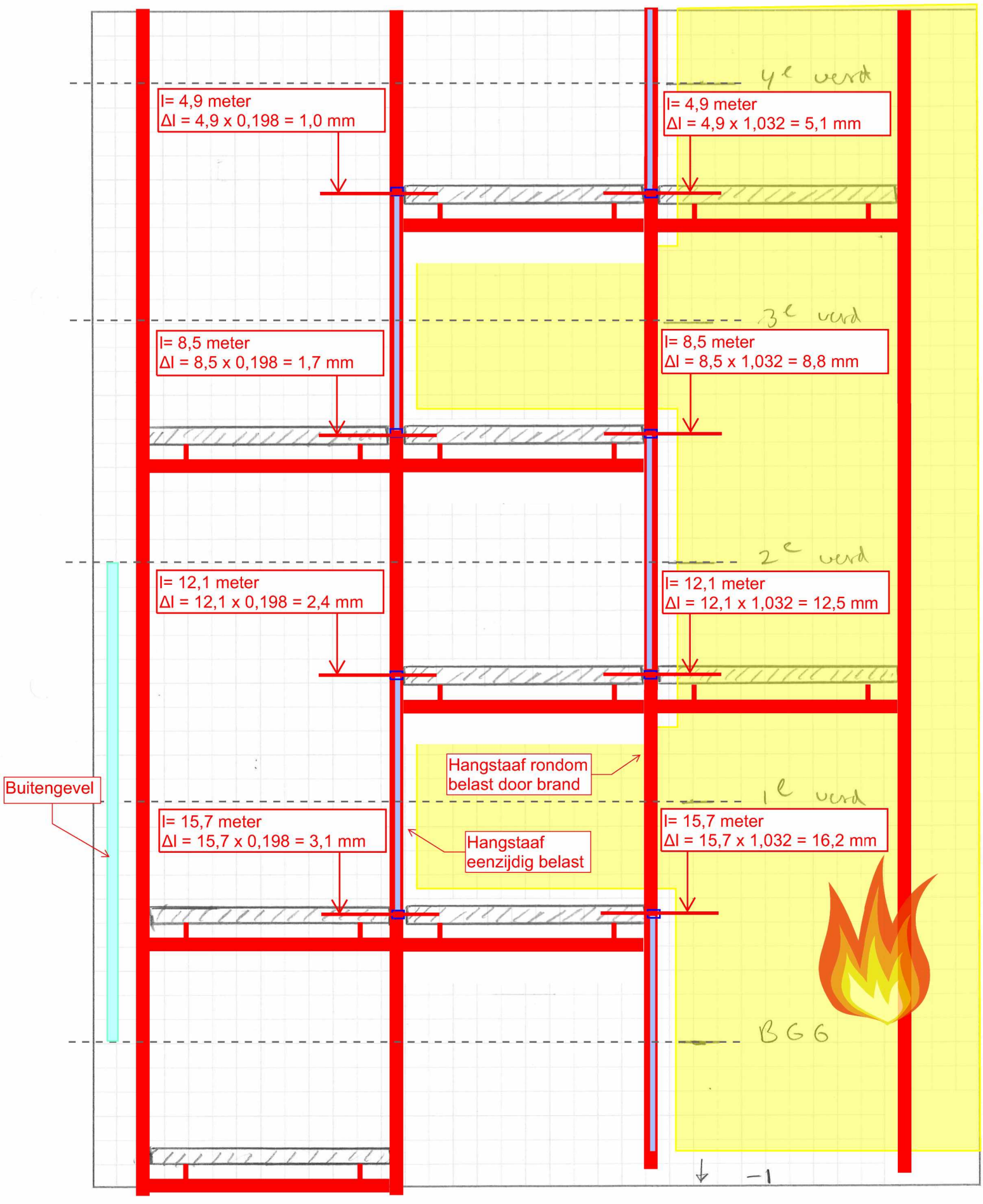
Onderwerp:
Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017

Auteur: MdG

Project:
316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 2 - vervorming t.p.v. hangstaven



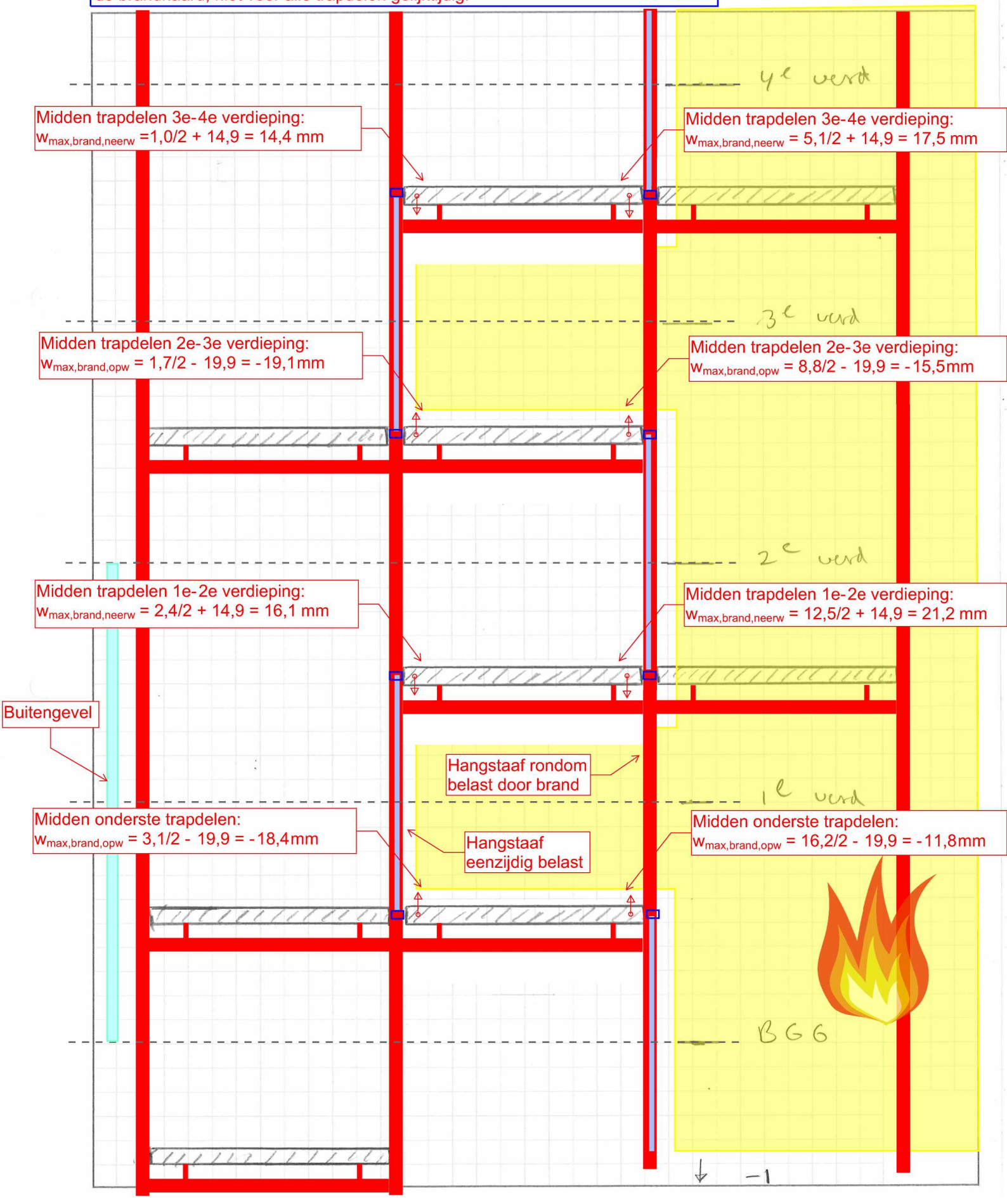
Pieters
BOUWTECHNIEK

Pieters
BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand
Datum: a: 15-06-2017 22-03-2017
Auteur: MdG
Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 2 - vervorming halverwege tussen vloer en hangstaaf

Let op: Dit zijn de maximale vervormingen, deze kunnen alleen optreden direct bij de brandhaard, niet voor alle trapdelen gelijktijdig.

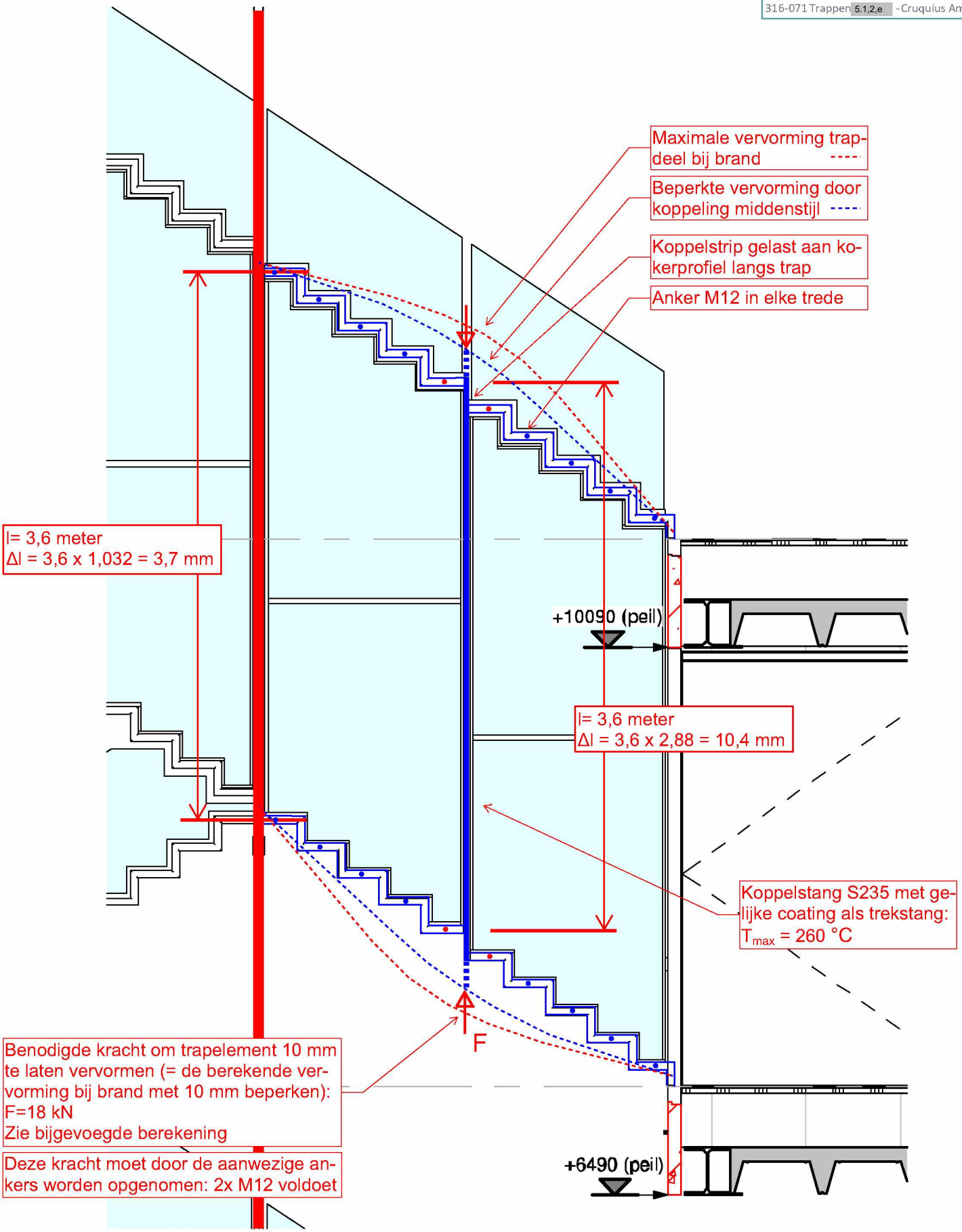


Pieters BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Contrappen bij brand
Datum: 15-06-2017
Auteur: MdG
Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Gunstige werking koppelstaaf

In werkelijkheid is in de glazen pui ook een middenstijl aanwezig die beide trapdelen koppelt.
Hierdoor wordt het verschil in vervorming tussen beide trapdelen beperkt tot ca. 10 mm.
Zie onderstaande afbeelding



Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2,e - Amsterdam

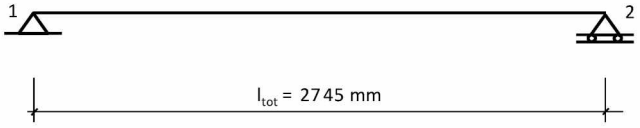
Description: Hi-Con trappen - puntlast benodigd voor (bijkomende) doorbuiging van 10 mm

Author: Mdg

Version: RvN 06-06-2016

Date: 15-6-2017

Length 2745 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %		amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\ CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\ CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\ CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\ CRC}$	18.261	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3	-	creep factor at t □ ∞
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\ CRC}$	500	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\ CRC}$	435	N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76	-	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95	-	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	= $f_{ctd}(0,7-f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2		Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35	-	ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2	-	ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5	-	ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Characteristic Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003 x l_{tot}	
Total bending	w_{end}	<	0,004 x l_{tot}	
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

10 mm bijkomende doorbuiging

Results deflection and stiffness

w_{added}	9,98 mm	<	8,24 mm	ß	n.v.t.
w_{end}	13,64 mm	<	10,98 mm	ß	
$w_{precamber}$	0 mm				
f_1	6,39 Hz	>	5,0 Hz		

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 100%

Bijkomende doorbuiging enkel door puntlast (v.b.)

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	20,18					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	28,23					kNm	
$M_{d,max,i}$	28,23					kNm	
ω	0,076					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,073					-	= $\omega(1-0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	34,7					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,81**					-	= M_{Ed}/M_{Rd}
$V_{d,6.10.a,i}$	22,66					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	27,64					kN	
$V_{d,max,i}$	27,64					kN	
$V_{Rd,i}$	146,52					kN	= $bh_{eff}v_{min}$
Unity check V_d	**0,19**					-	

Results reactions

R_{d1}	27,64 kN
R_{d2}	27,64 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	2745	0	0	0	0	mm	
to	2745					mm	
b_i	1480					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,\ i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,\ i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	25					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	1257					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	59					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h-c_{min}-\Delta c_{dev}-0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	1,29					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0129					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	19,4					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	26,9					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,7					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}-1)A_s h_{eff}]\ /\ [bh+(\alpha_{e0}-1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,8					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s h_{eff}]\ /\ [bh+(\alpha_{e\infty}-1)A_s]$

Project: 316-071Kantoor 5.1,2,e -Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - puntlast benodigd voor (bijkomende) doorbuiging van 10 mm

Author: Mdg

Version: RvN 06-06-2016

Date: 15-6-2017

$I_{c,i}$	89.910.000	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3$
$I_{u,0,i}$	91.923.307	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	94.951.975	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	16.596.597	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c0}^3+\frac{1}{4}bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	30.643.923	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c\infty}^3+\frac{1}{4}bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	1.998.000	mm^3	$= \frac{1}{6}bh^2$
$W_{u,0,i}$	2.075.944	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	10,38	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1,2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-6,285 kN/m	$q_{1,G,end}$	-6,285 kN/m	e.g. trap	
$q_{1,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{1,Q,end}$	0,000 kN/m		
distance a	0 mm	length	2745 mm		
$q_{2,G,begin}$	-1,800 kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,800 kN/m	glazen pui	
$q_{2,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000 kN/m	(ene zijde)	
distance a	0 mm	length	2745 mm		
$q_{3,G,begin}$	-0,500 kN/m	$q_{3,G,end}$	-0,500 kN/m	balustrade	
$q_{3,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000 kN/m	(andere zijde)	
distance a	0 mm	length	2745 mm		
$q_{4,G,begin}$	0,000 kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000 kN/m		
$q_{4,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000 kN/m		
distance a	0 mm	length	2745 mm		

Point loads

$F_{1,G}$	0,000 kN		
$F_{1,Q}$	-18,000 kN	Puntlast	
distance a	1372,5 mm		
$F_{2,G}$	0,000 kN		
$F_{2,Q}$	0,000 kN		
distance a	2745 mm		
$F_{3,G}$	0,000 kN		
$F_{3,Q}$	0,000 kN		
distance a	2745 mm		
$F_{4,G}$	0,000 kN		
$F_{4,Q}$	0,000 kN		
distance a	2745 mm		

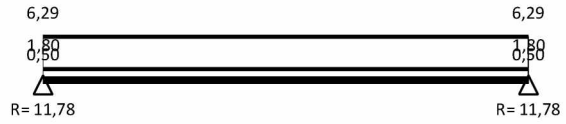
Project: 316-07 1Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - puntlast benodigd voor (bijkomende) doorbuiging van 10 mm

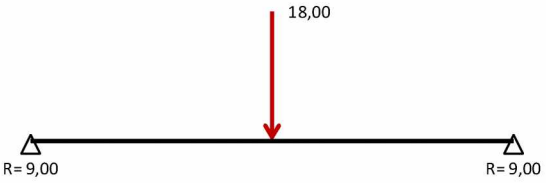
Author: Mdg
Date: 15-6-2017

Version: RvN06-06-2016

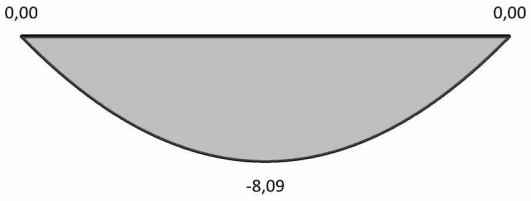
Loads Permanent loading



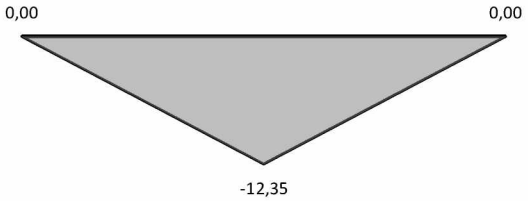
Loads Variable loading



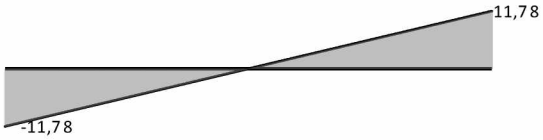
Moments [kNm] Permanent loading



Moments [kNm] Variable loading



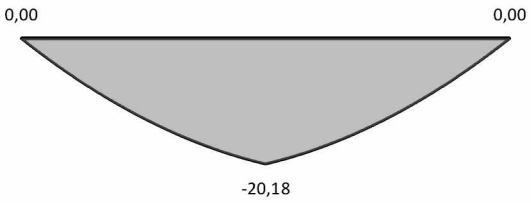
Shear [kN] Permanent loading



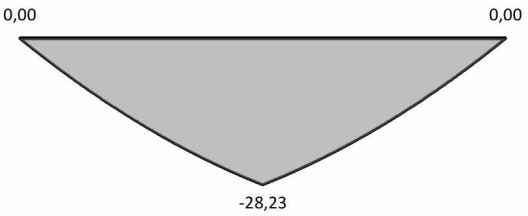
Shear [kN] Variable loading



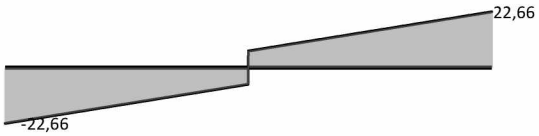
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



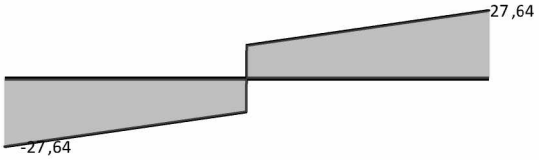
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



Shear [kN] Fundamental 6.10a



Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



Notitie

datum	6 april 2016	*project*	5.1,2,e arch / brandveiligheid kantoor
vestiging	Arnhem		5.1,2,e / Amsterdam
uw kenmerk	-	*betreft*	Bouwvergunning
ons kenmerk	F.2014.0836.43.N002	*versie*	
verwerkt door	LE||OZU	*contactpersoon*	J.L. (5.1,2,e es) 5.1,2,e
		e-mail/telefoon	5.1,2,e@dgmr.r 5.1,2,e

Notitie uitleg eis conform bouwvergunning ten behoeve van pui tussen beide trappen

1. Inleiding

In opdracht van 5.1,2,e heeft DGMR Bouw B.V. een onderzoek uitgevoerd naar de classificatie voor de pui tussen twee rook- en brandvrije trappen in het gebouw 'Kantoor Cruquius' te Amsterdam.

DGMR heeft op 9 juli 2015 de omgevingsvergunningsrapportage met kenmerk F.2014.0836.11.R001 opgesteld. Gevraagd is of de betreffende pui conform dit rapport mag voldoen aan EW60+EI15 of dat voor deze eis een wijziging moet worden aangevraagd op de bouwvergunning.

In deze notitie wordt aangegeven of de omgevingsvergunningsrapportage moet worden gewijzigd. Daarnaast wordt een onderbouwing gegeven van de toe te passen eis. Deze onderbouwing moet worden voorgelegd aan de gemeente.

2. Omgevingsvergunningsrapportage

DGMR heeft op 9 juli 2015 omgevingsvergunningsrapportage F.2014.0836.11.R001 opgesteld. In hoofdstuk 4.1.4 van dat rapport wordt gesproken van 'Deur- en kozijnconstructies', waarbij deze in beide richtingen als onderdeel van de gelijkwaardige oplossing met betrekking tot het veilig vluchten moeten voldoen aan de criteria EW60 + EI15.

De betreffende beglaasde wand is een beglaasde kozijnconstructie. Hiermee is de eis voor de beglaasde wand EW60 + EI15.

Een wijziging op de aanvraag bouwvergunning is daarom niet noodzakelijk.

Hieronder wordt deze classificatie verder onderbouwd aan de hand van de eisen uit NEN 6069:2011 en de ontruimingsberekening.

2.1 NEN 6069:2011

Hoofdstuk 6.1.3.5 van de norm stelt het volgende voor veilig vluchten:
Indien mensen ergens langer moeten kunnen verblijven of langs moeten kunnen vluchten, geldt aanvullend het criterium EI 15. Dit geldt alleen als het oorspronkelijke criterium EW is.

Verder geeft dit hoofdstuk aan dat voor wanden tussen verkeersroutes tabel 2 geen criteria geeft. Deze zouden conform de opmerking in tabel moeten worden bepaald conform NEN 6069/A1. De A1 versie van deze norm is echter ingetrokken. DGMR beoordeelt deze wanden tussen verkeersroutes daarom op basis van Bijlage A van NEN 6069:2011.

Bijlage A geeft voor deur, luik en raamconstructies aan dat deze dienen te voldoen aan de criteria E en W. De betreffende beglaasde pui valt in deze categorie raamconstructies. Volgens bijlage A geldt dus EW. De WBDBO-eisen voor de betreffende pui zijn volgens F.2014.0836.11.R001 hoofdstuk 4.1.4 60 minuten.

Samengevat dient de beglaasde pui daarom te voldoen aan EW60 + EI15.

2.2 Ontruimingsberekening

In het rapport voor de omgevingsvergunning is in hoofdstuk 5.3 een ontruimingsberekening opgenomen. Conform deze berekening is de totale ontruimingstijd voor het gebouw bij gebruikmaking van 1 trap 05:47 mm:ss. Bij gebruikmaking van beide trappen is deze ontruimingstijd maximaal de helft van deze tijd en dus maximaal 3 minuten.

Zoals hierboven in hoofdstuk 2.1 is weergegeven is het van belang dat mensen die langs een pui vluchten worden beschermd tijdens dit vluchten. Hiervoor is de eis EI15 toegevoegd.
Gedurende 15 minuten zal de temperatuur van de beglaasde pui gemiddeld niet warmer worden dan 140°C, waarbij de hoogst gemeten temperatuur niet hoger is dan 180°C.

Gezien de korte ontruimingstijd van maximaal 3 minuten is de eis van EI15 voldoende.

3. Conclusie

In opdracht van 5.1,2,e heeft DGMR Bouw B.V. een onderzoek uitgevoerd naar de classificatie voor de pui tussen twee rook- en brandvrije trappen in het gebouw 'Kantoor Qruquius' te Amsterdam.

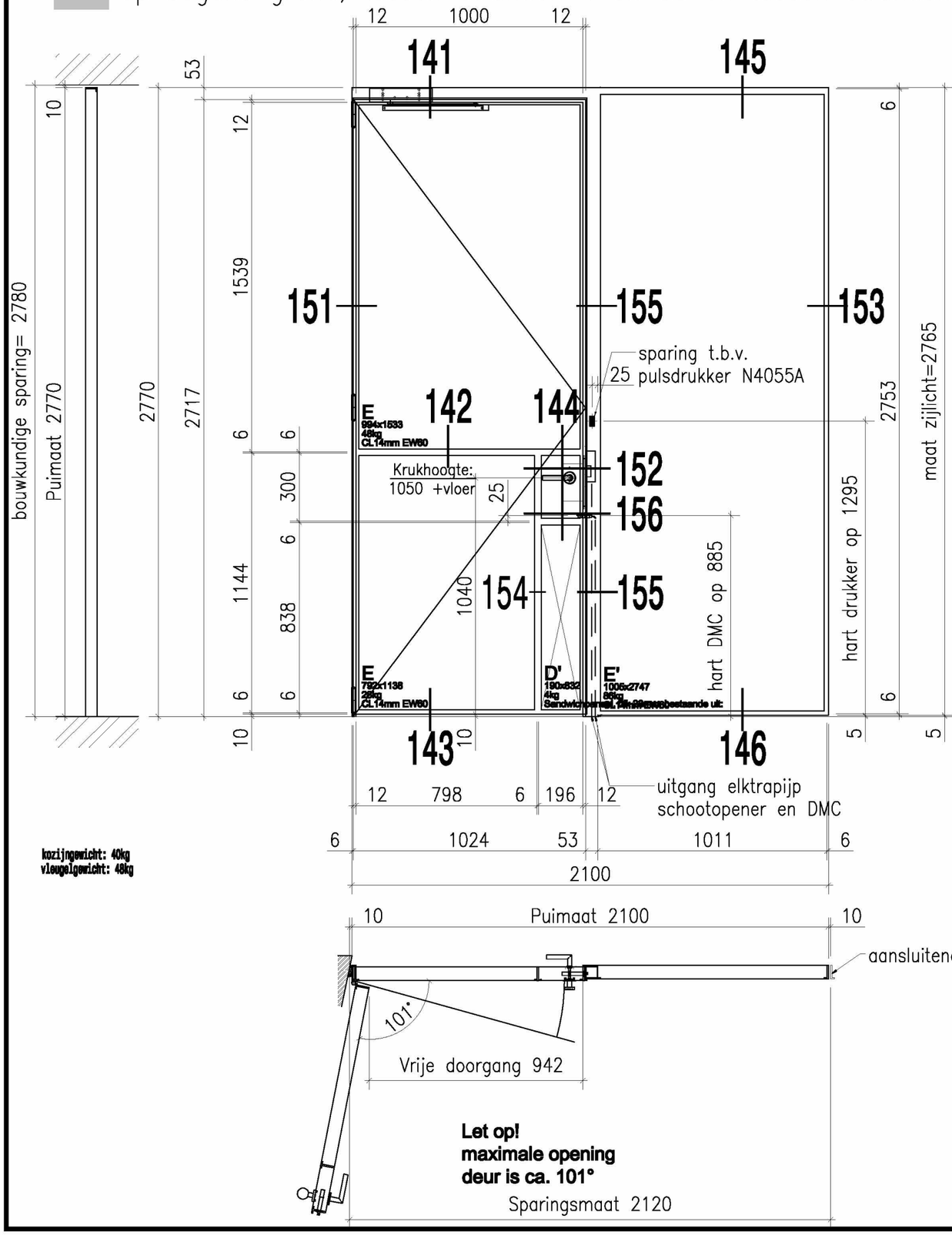
DGMR heeft op 9 juli 2015 omgevingsvergunningsrapportage F.2014.0836.11.R001 opgesteld. Gevraagd is of de betreffende pui conform dit rapport mag voldoen aan EW60+EI15 of dat voor deze eis een wijziging moet worden aangevraagd op de bouwvergunning.

Conform dit rapport is de eis voor de beglaasde wand EW60 + EI15.
Een wijziging op de aanvraag bouwvergunning is daarom niet noodzakelijk.

prof.ir. P.H.E. (5.1,2,e) van de Leur
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 6 MHB trappuien

5.1,2,e op begane grond, tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanuit stramien 4.



Hang en Sluitwerk:

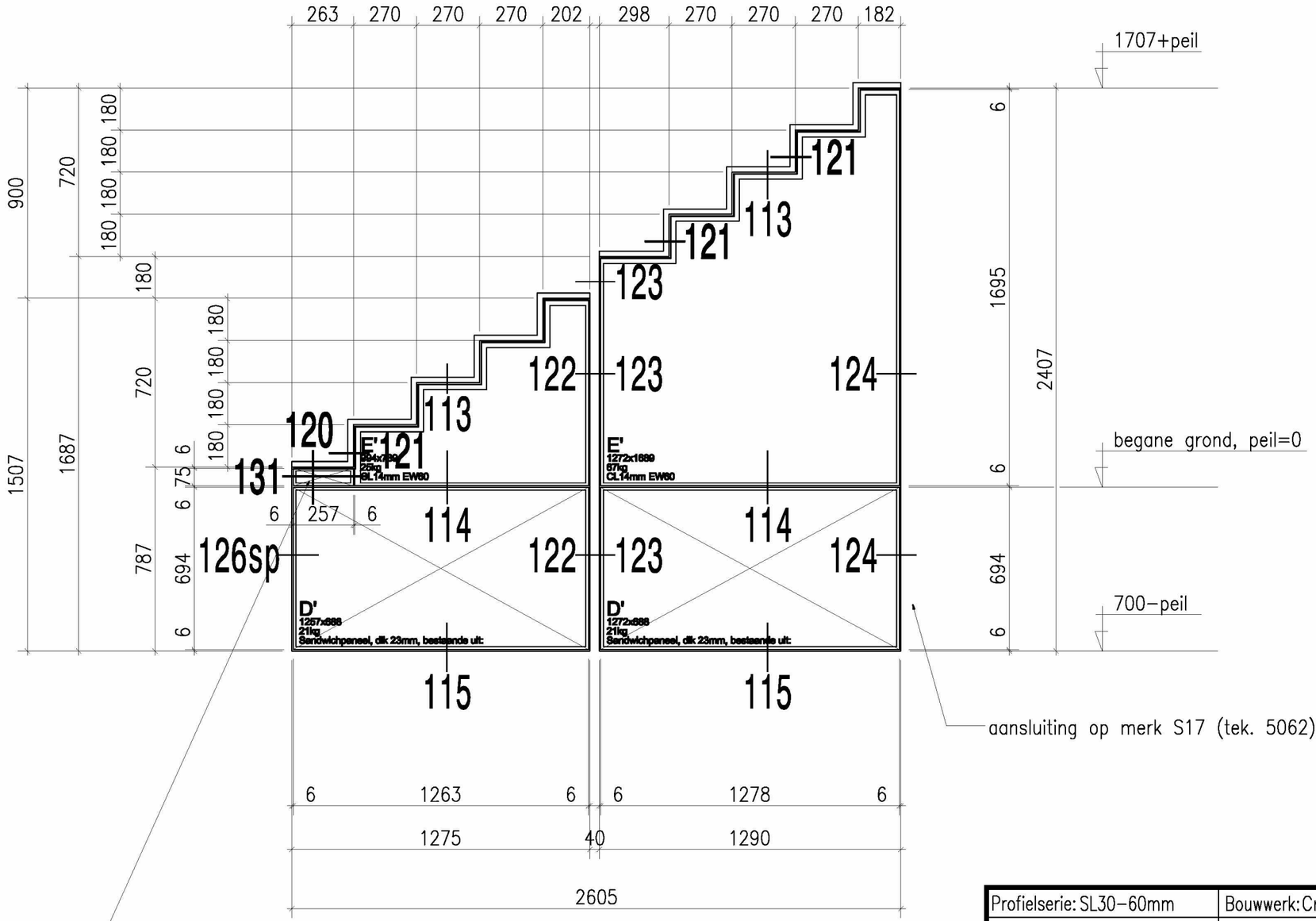
Art.nr.	Algemeen
-5300205	3 stuks Lasknopen OAP 120mm
-2900100	Dranger: Dorma TS93 EN2-5 B (niet scharnierzijde, kopmontage)
-2309260	Slot: MHB slot D-65 A5007 5L500 FH geen Cilindervoorziening links en rechts bruikbaar (dagschoot omkeerbaar) aangesloten op het MBK systeem
———	Beslag scharnierzijde: P&E RVS knop, KN-3650-NOO-130, recht op rond rozet
———	Beslag niet-scharnierzijde: P&E RVS kruk, ZW-8673-NOO-130, recht op rond rozet
-2204782	9mm wisselstift

T.b.v. toegangscontrole aan scharnierzijde:
Tegenover dagschoot MHB slot een elektrische dagschootopener plaatsen,
deze is niet voor levering en montage MHB, MHB treft wel voorzieningen voor inbouw,
Vema type eff/eff 331kl-24V, monster opsturen naar MHB, i.v.m. pasmaken.

Profielserie: SL30-60	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam				3.21	7.16	1.68
Type: Binnenpui	Kleur: RAL 9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: H5		
	Dat: 3-3-2017				Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 23/3	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 24/4	G	MHB-merk:	50150	1		
	C 7/6	H	Bouwmerk:	S.03 B2			
	D	I	WO: 622225		TEK: 5015		Deelorder
	E	J					

M.H.B. b.v. Onderstalstraat 3 tel: 5.1,2,e
Postbus 6 6674 ZG 6674 ME Herveld
fax: 452022 www.mhb.nl

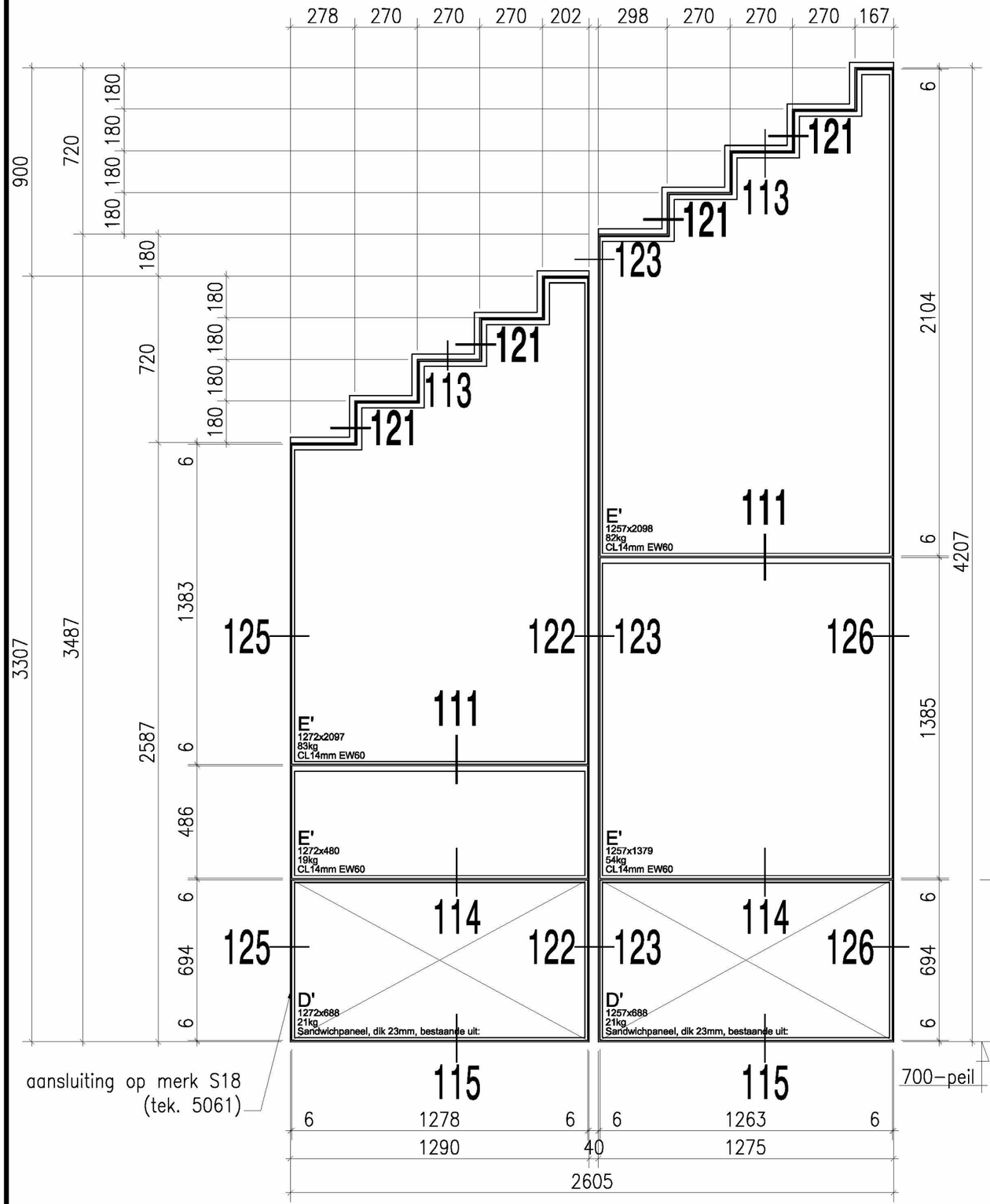
5.1,2,e in kelder en op begane grond, tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30−60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam					10.00	21.00	4.50
Type: Trappui	Kleur: Ral−9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5		
	Dat: 10−4−2017					Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F			Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 20/6	G	MHB−merk:		50610	1		
	C	H	Bouwmerk:		S.18			
	D	I	WO: 622225			TEK: 5061		Deelorder
	E	J						

M.H.B. b.v. Onderstalstraat 3 tel: 5.1,2,e
Postbus 6 6674 ZG 6674 ME Herveld fax: 452022 www.mhb.nl

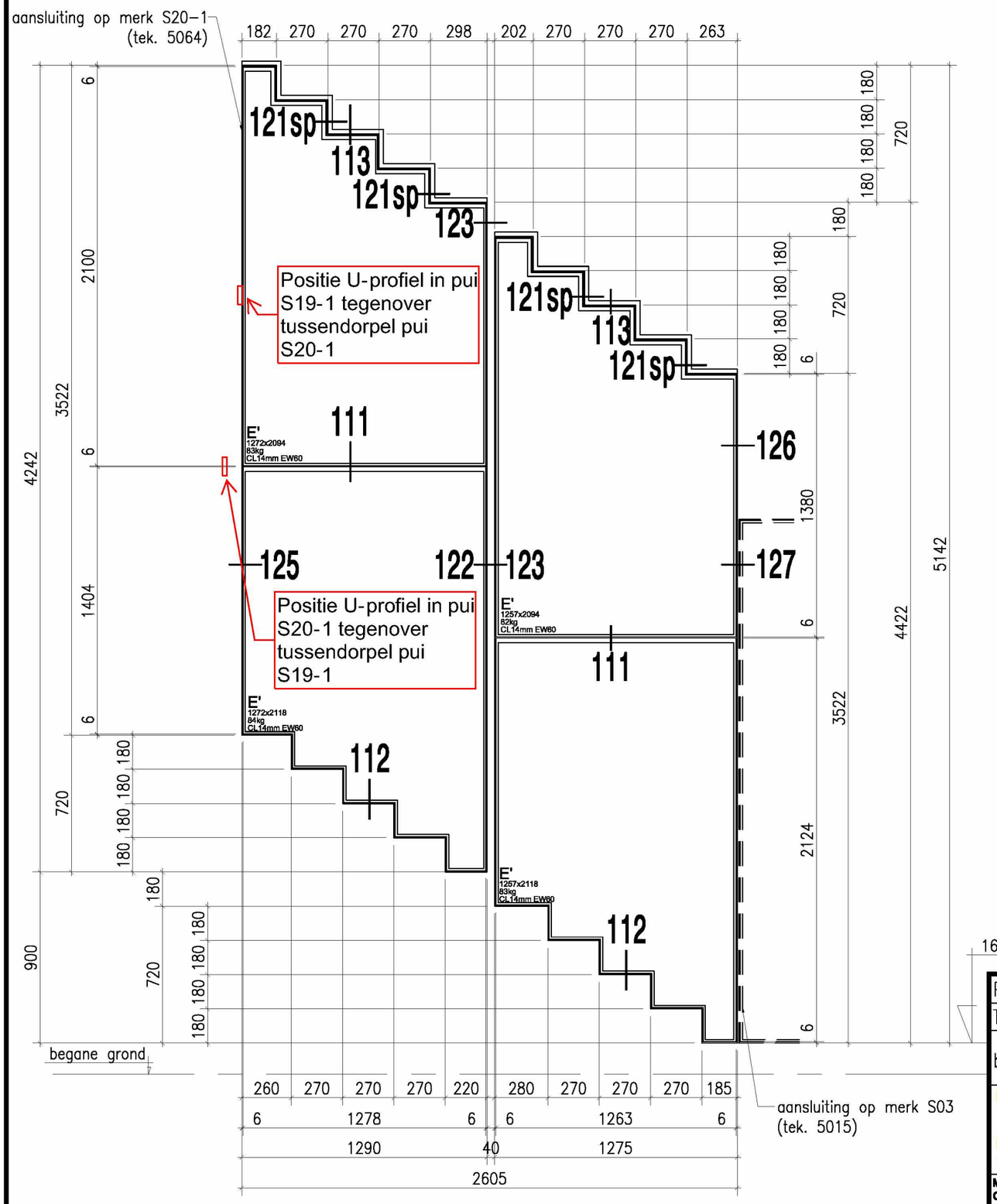
5.1,2,e in kelder en op begane grond, tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30-60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				12.35	25.03	5.17	
Type: Trappui	Kleur: Ral-9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5			
	Dat: 10-4-2017				Alg.gegevens zie: C5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
	B 13/6	G	MHB-merk:	50620	1			
	C 20/6	H	Bouwmerk:	S.17				
	D	I	WO: 622225		TEK: 5062		Deelorder	
	E	J						

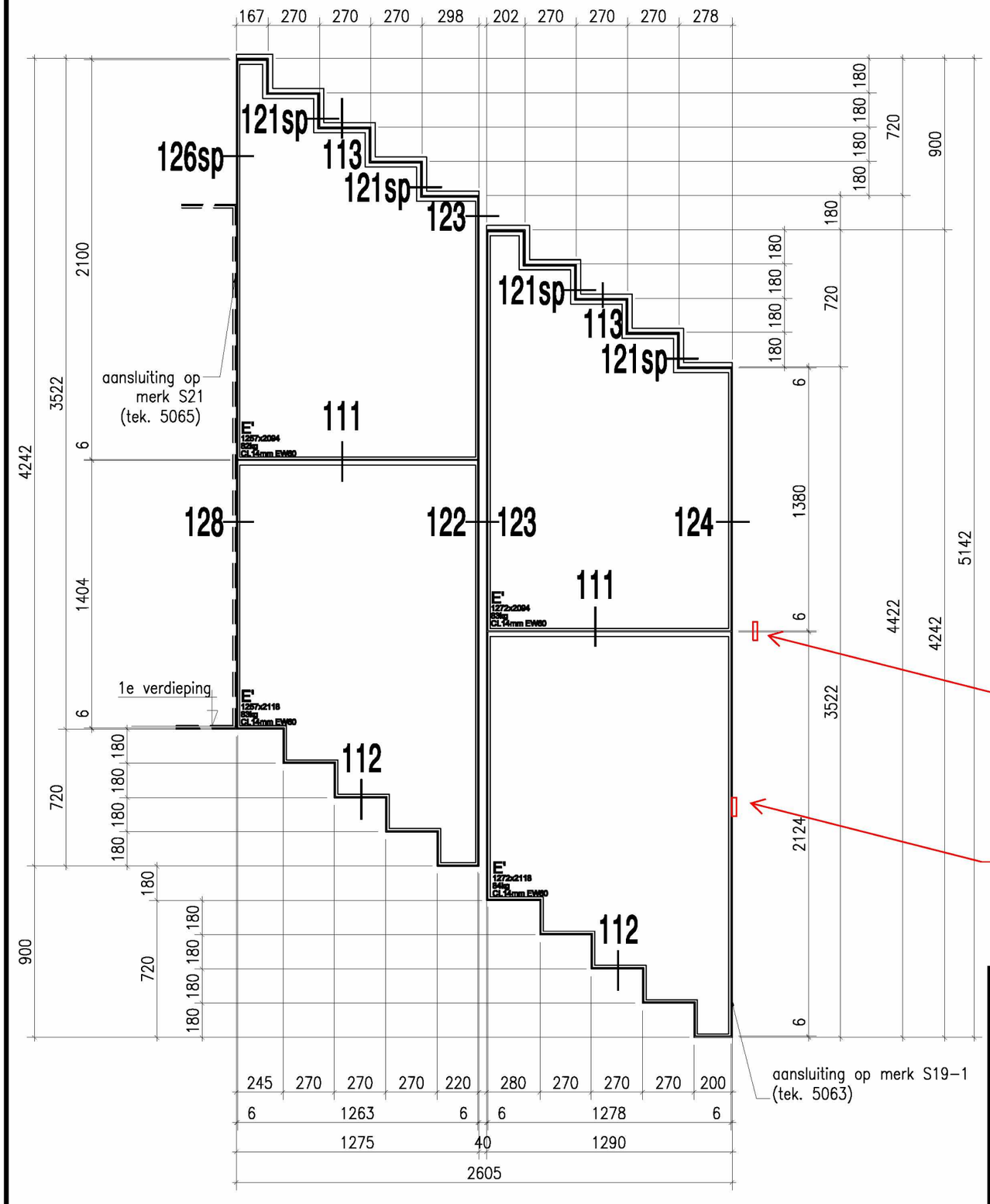
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1.2,e fax: 452022 www.mhb.nl

5.1.2,e op begane grond en 1e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien S5).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				17.32	39.57	7.02
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten Dat: 11–4–2017	Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5 Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld tel: 5.1.2,e fax: 452022 www.mhb.nl	B 20/6	G	MHB–merk:	50630	1		
	C	H	Bouwmerk:	S.19–1			
	D	I	WO: 622225		TEK: 5063		Deelorder
	E	J					

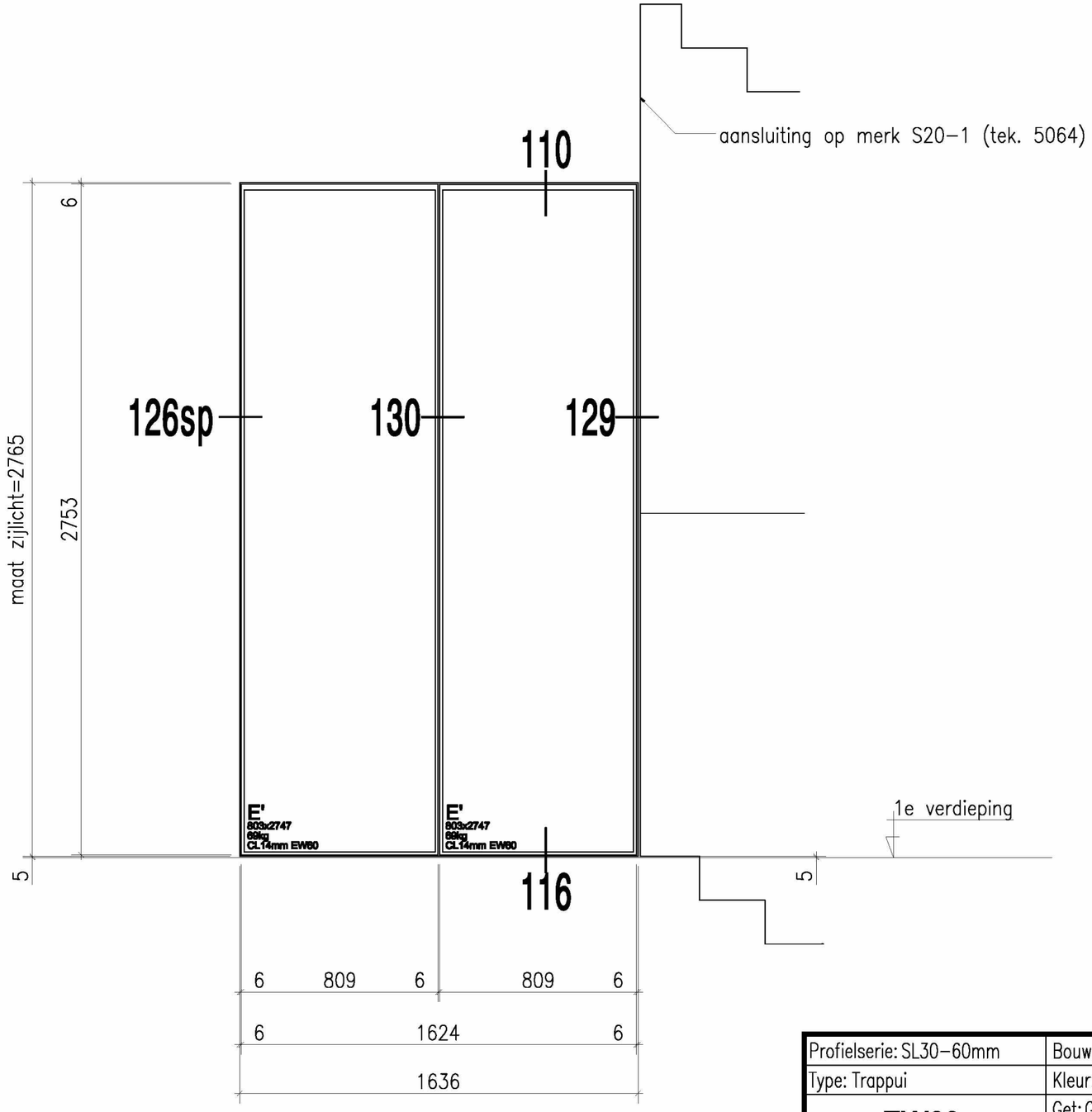
5.1,2,e op begane grond en 1e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien S5).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				17.32	39.57	7.02
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten	Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5		
	Dat: 11–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 13/6	G	MHB–merk:	50640	1		
	C 20/6	H	Bouwmerk:	S.20–1			
	D	I	WO: 622225		TEK: 5064		Deelorder
	E	J					

M.H.B. b.v. Onderstalstraat 3 tel: 5.1,2,e
Postbus 6 6674 ZG 6674 ME Herveld fax: 452022 www.mhb.nl

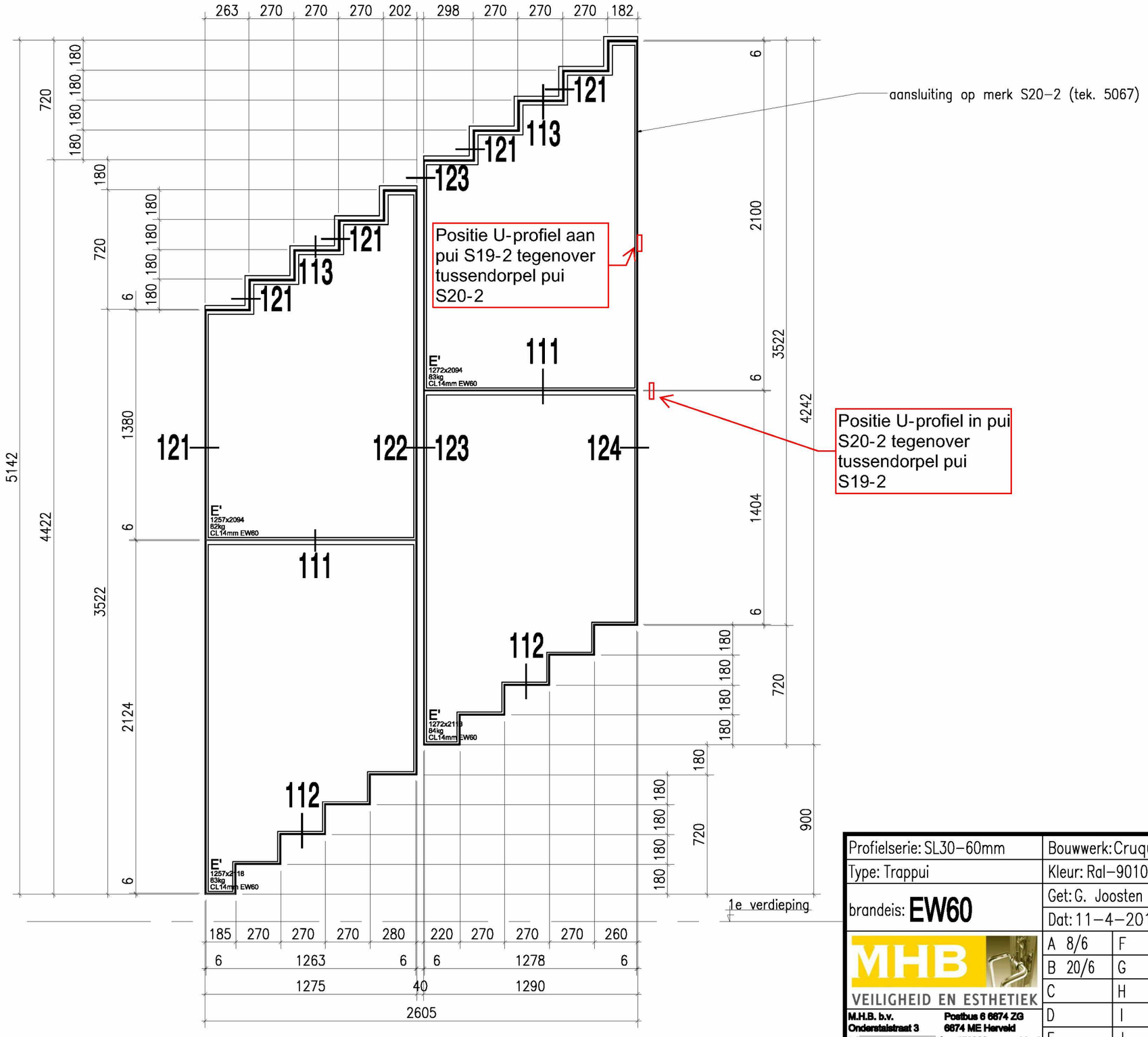
5.1,2,e op 1e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien S5).



Profielserie: SL30-60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				3.10	3.23	1.70
Type: Trappui	Kleur: Ral-9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten Dat: 11-4-2017	Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5 Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 20/6	G	MHB-merk:	50650	1		
	C	H	Bouwmerk:	S.21			
	D	I	WO: 622225		TEK: 5065		Deelorder
	E	J					

M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl

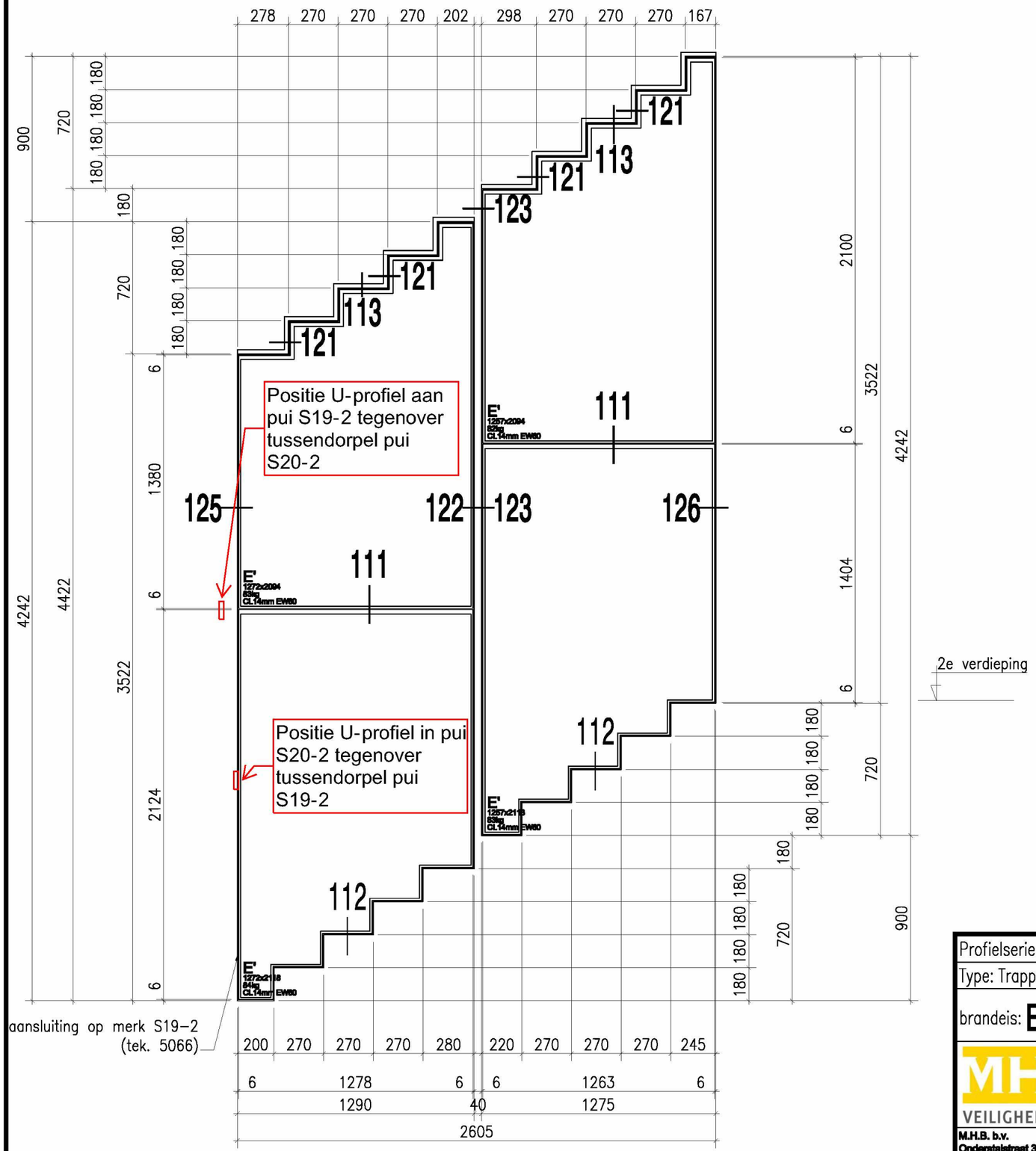
5.1,2,e op 1e en 2e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				17.32	39.57	7.02
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten	Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5		
	Dat: 11–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 20/6	G	MHB–merk:	50660	1		
	C	H	Bouwmerk:	S.19–2			
	D	I	WO: 622225		TEK: 5066		Deelorder
	E	J					

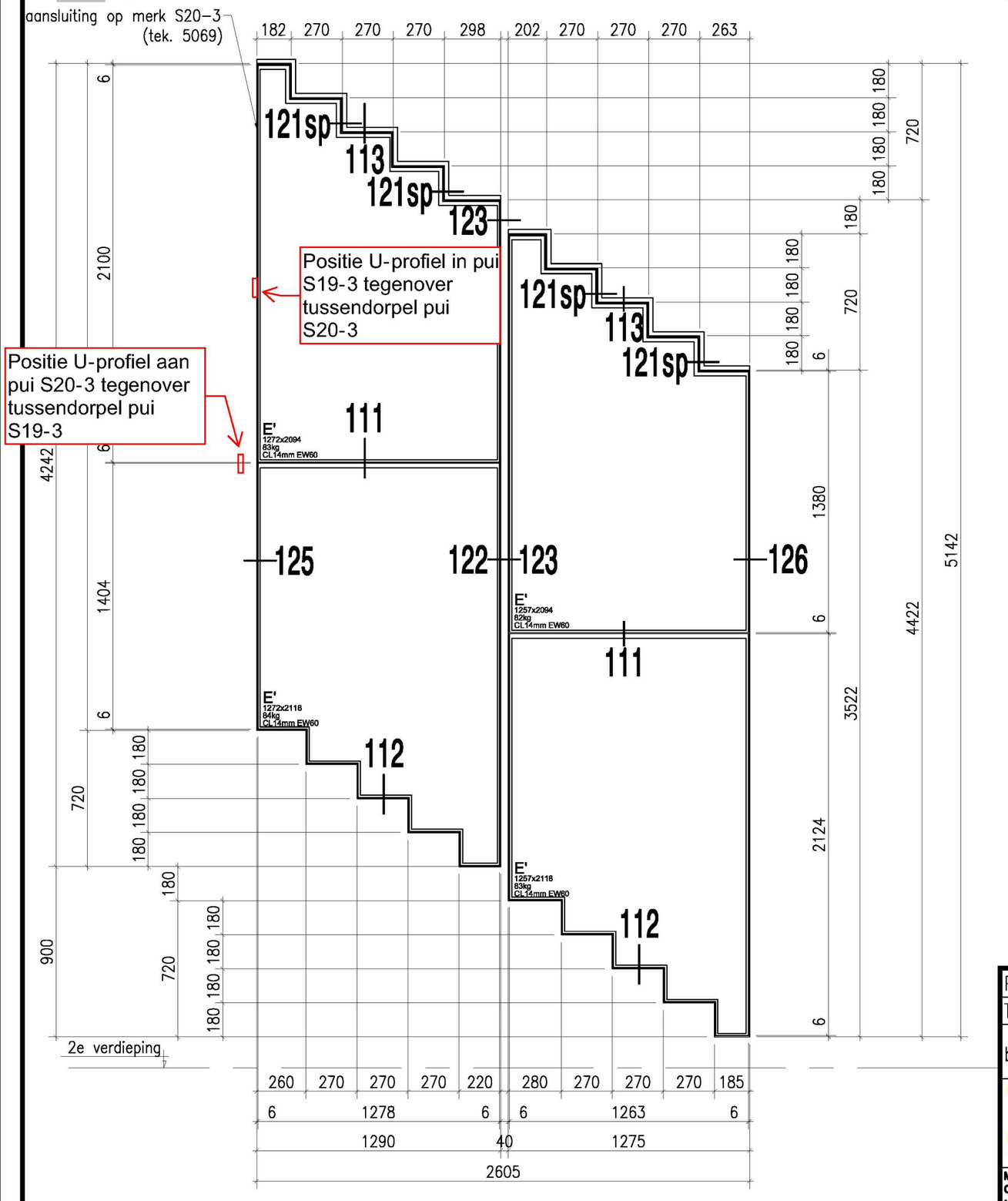
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl

5.1.2,e op 1e en 2e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



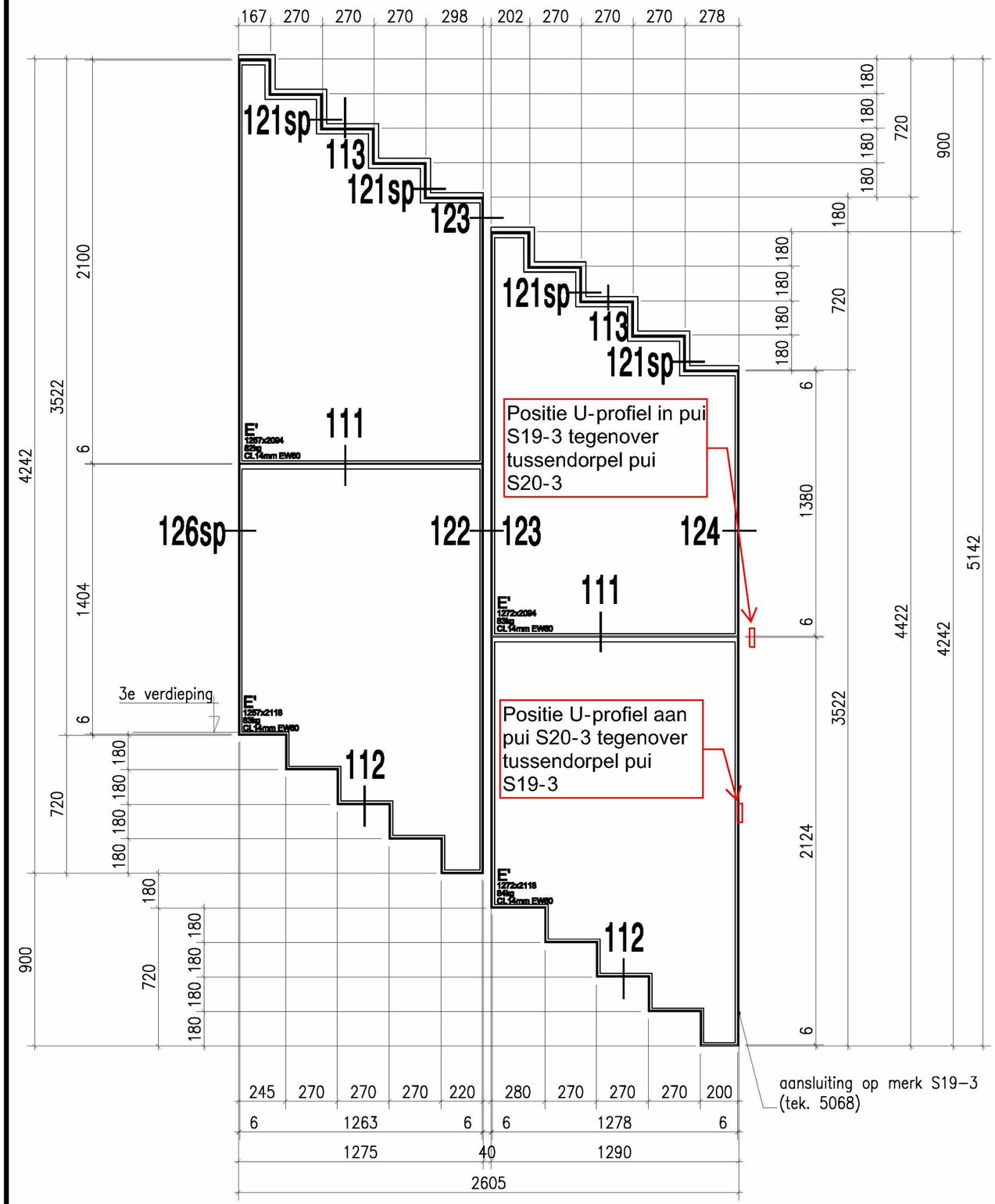
Profielserie: SL30-60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				17.33	39.57	7.02	
Type: Trappui	Kleur: Ral-9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten	Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5			
	Dat: 11-4-2017				Alg.gegevens zie: C5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld tel: 5.1.2,e fax: 452022 www.mhb.nl	B 13/6	G	MHB-merk:	50670	1			
	C 20/6	H	Bouwmerk:	S.20-2				
	D	I	WO: 622225		TEK: 5067		Deelorder	
	E	J						

5.1,2,e op 2e verd. en 3e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien S5).



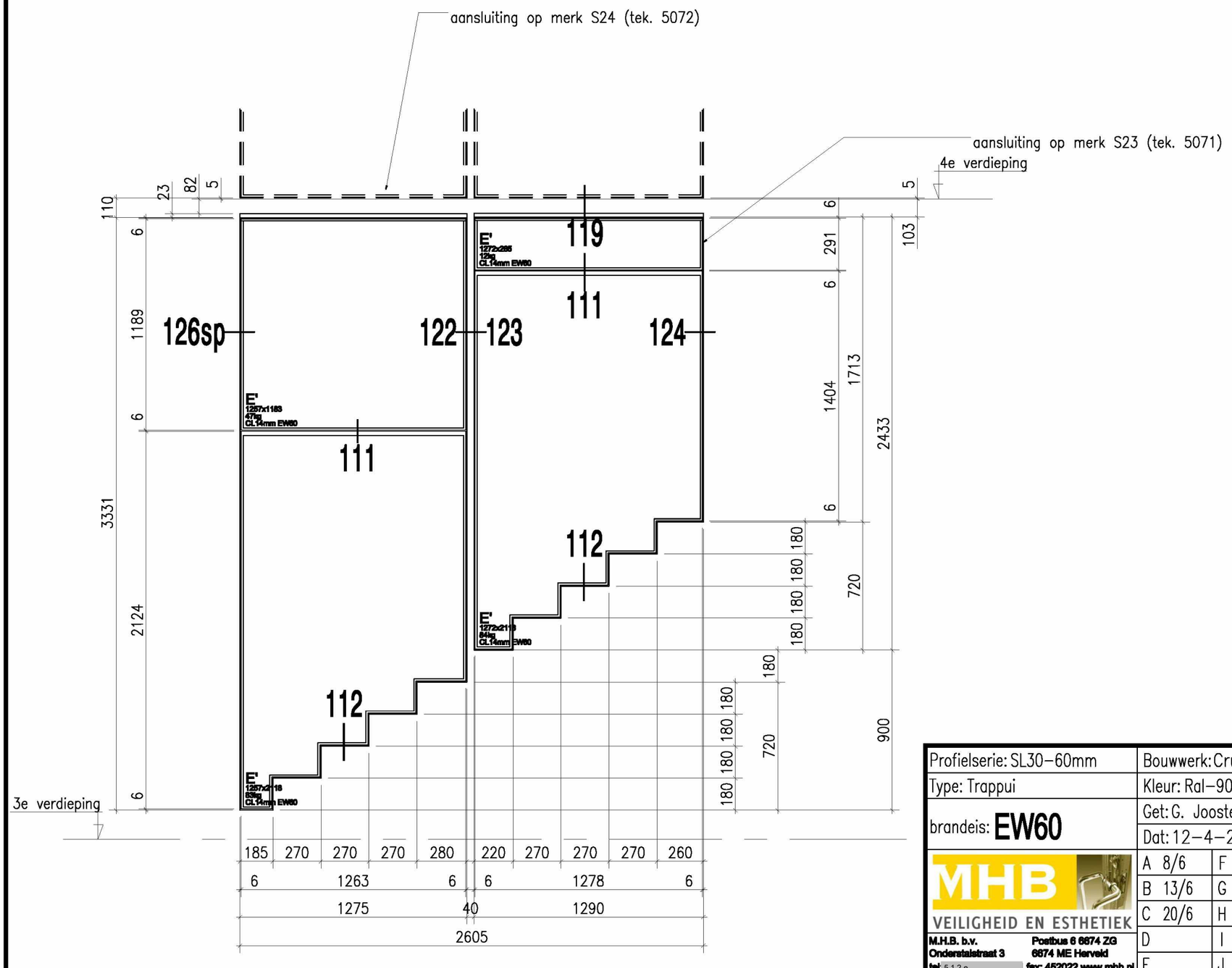
Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				17.32	39.57	7.02	
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5			
	Dat: 12–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl	B 20/6	G	MHB–merk:	50680	1			
	C	H	Bouwmerk:	S.19–3				
	D	I	WO: 622225		TEK: 5068		Deelorder	
	E	J						

5.1,2,e op 2e verd. en 3e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien S5).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				17.32	39.57	7.02	
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5			
	Dat: 12–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl	B 13/6	G	MHB–merk:	50690	1			
	C 20/6	H	Bouwmerk:	S.20–3				
	D	I	WO: 622225		TEK: 5069		Deelorder	
	E	J						

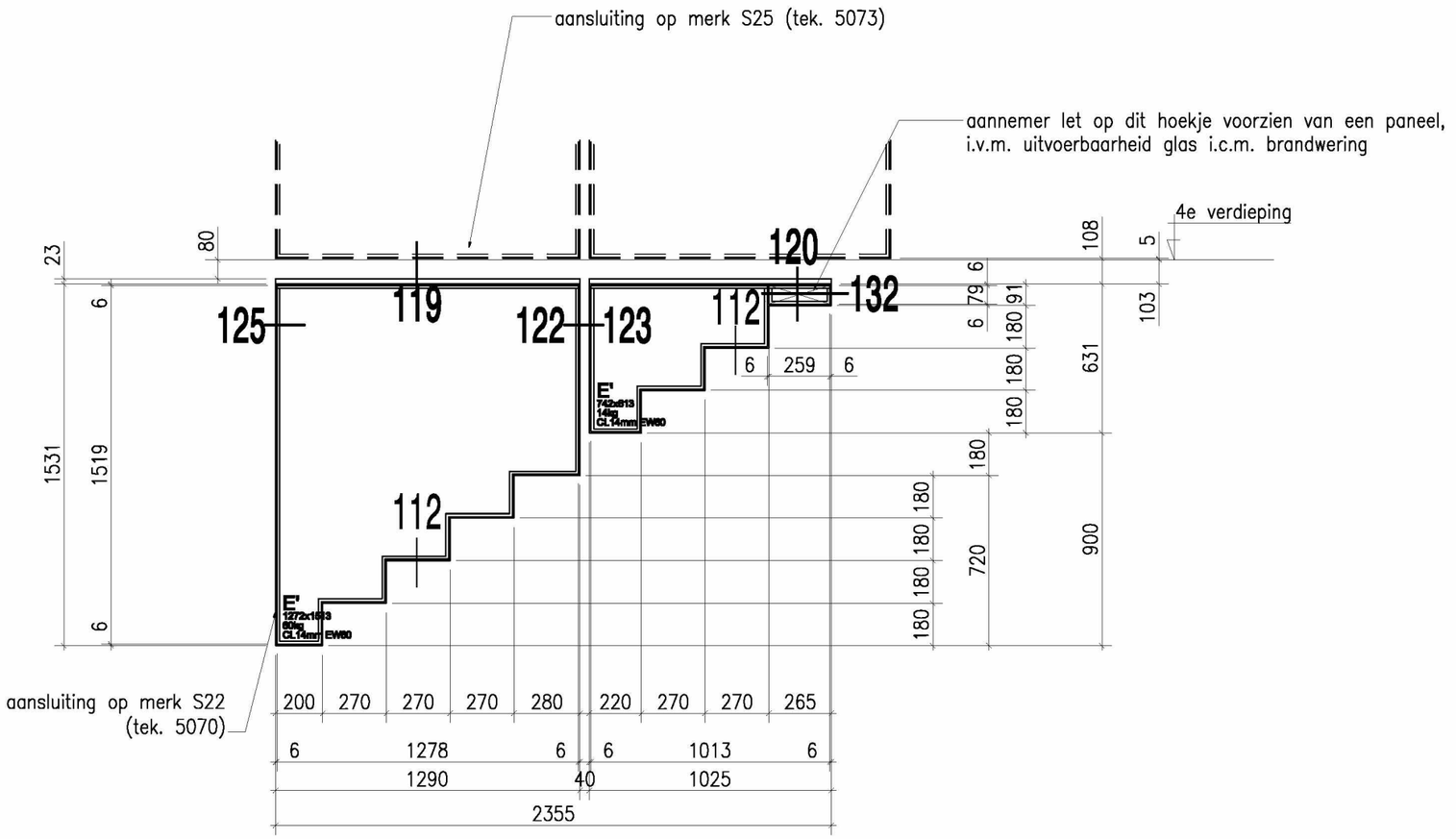
5.1,2,e op 3e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam					11.00	25.43	5.16
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**			Details zie: F5 en G5		
	Dat: 12–4–2017					Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend		Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 13/6	G	MHB–merk:	50700		1		
	C 20/6	H	Bouwmerk:	S22				
	D	I	WO: 622225			TEK: 5070		Deelorder
	E	J						

M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl

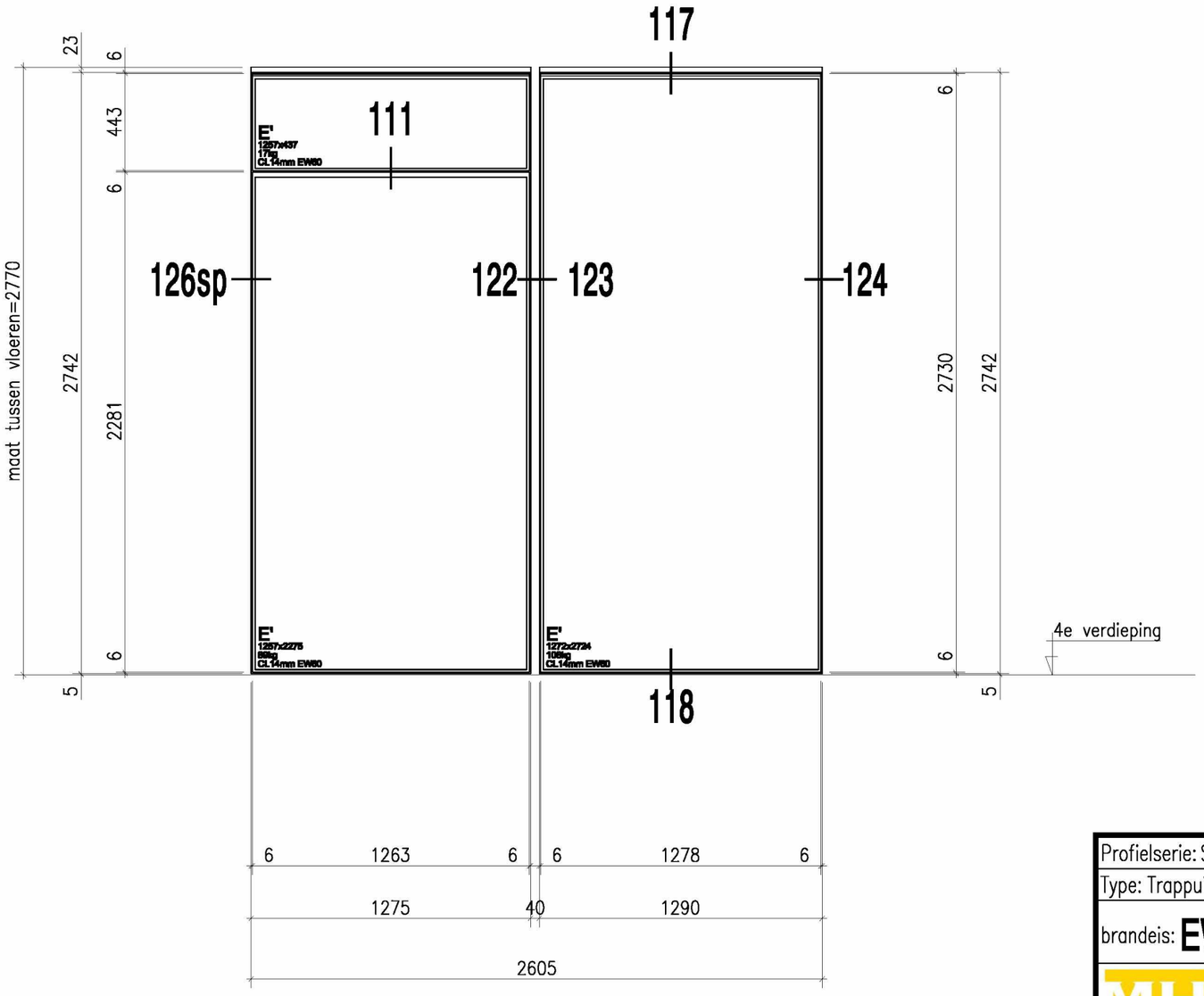
5.1,2,e op 3e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				7.93	17.00	3.00	
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010							
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5			
	Dat: 12–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
	B 13/8	G	MHB–merk:	50710	1			
	C 20/6	H	Bouwmerk:	S23				
	D	I	WO: 622225		TEK: 5071		Deelorder	
	E	J						

M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl

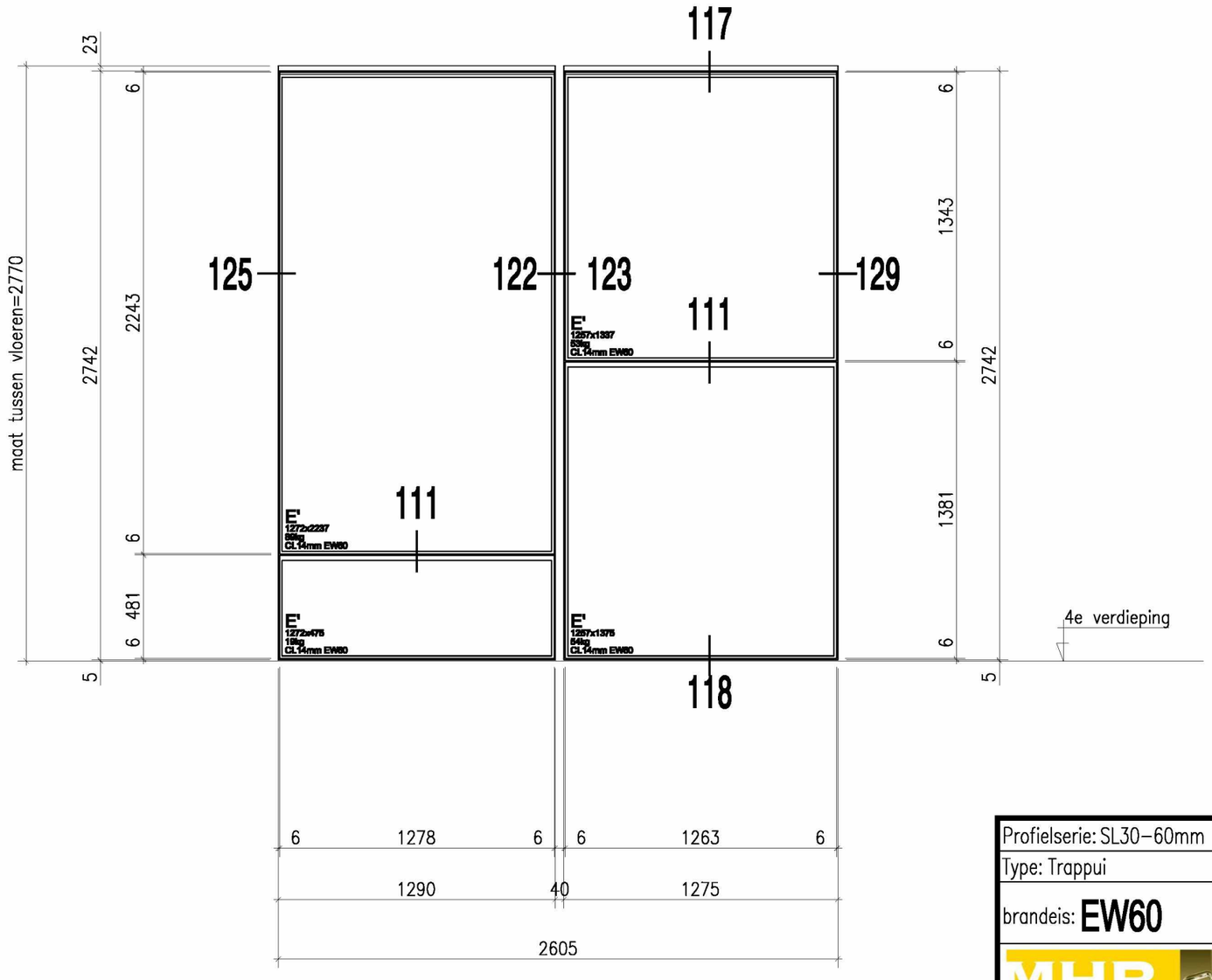
5.1,2,e op 4e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				7.50	7.60	4.20
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5		
	Dat: 12–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 20/6	G	MHB–merk:	50720	1		
	C	H	Bouwmerk:	S24			
	D	I	WO: 622225		TEK: 5072		Deelorder
	E	J					

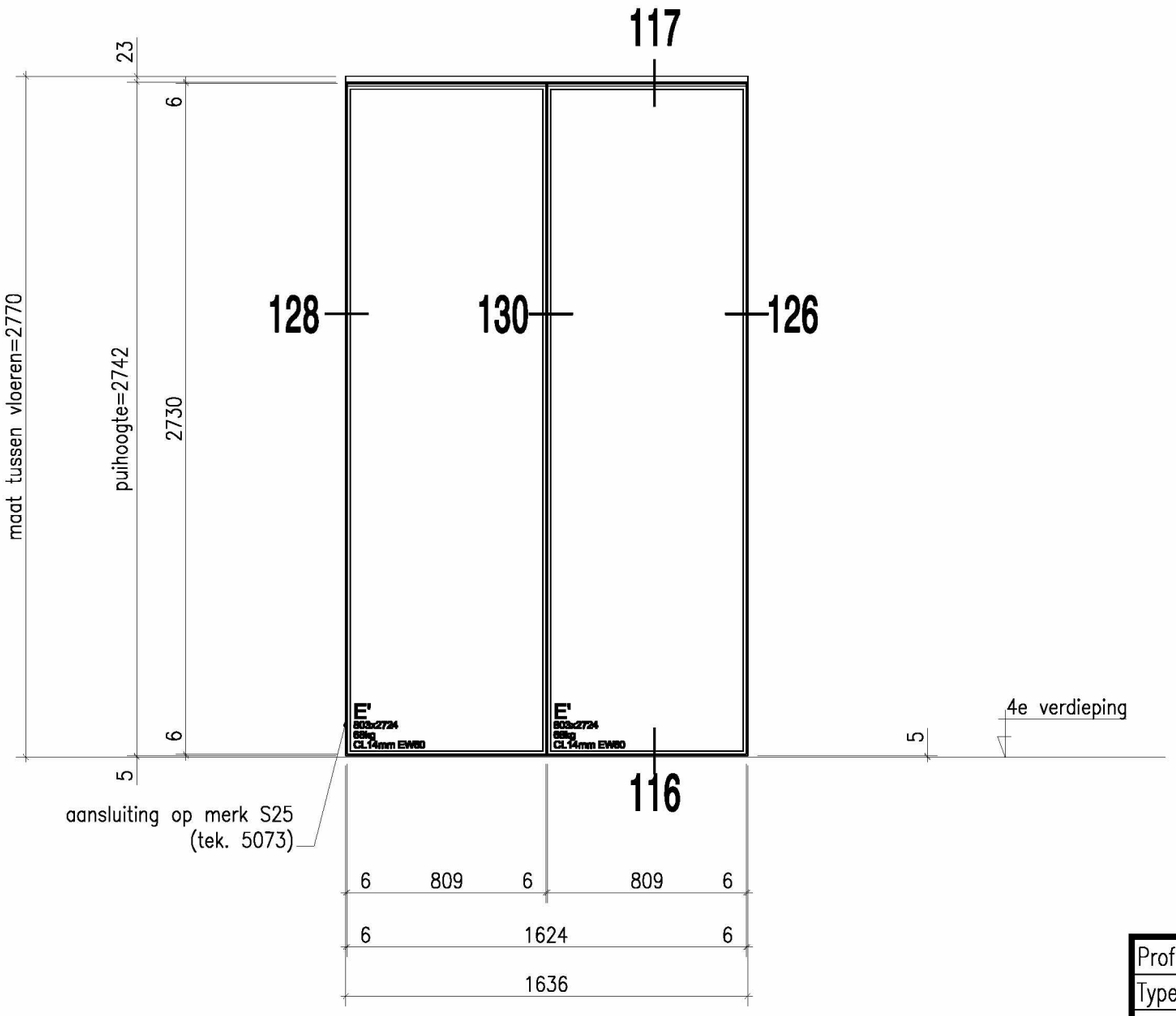
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl

5.1,2,e op 4e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).

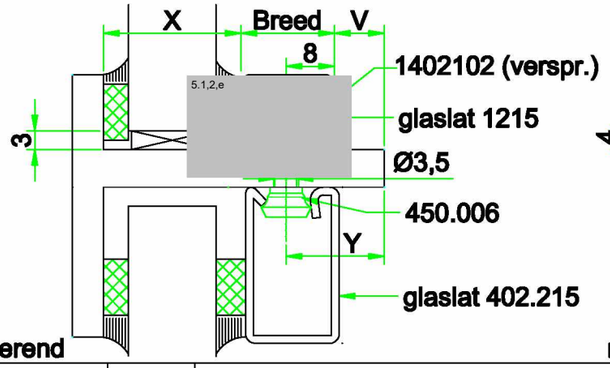


Profielserie: SL30–60mm		Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam						
Type: Trappui		Kleur: Ral–9010				8.75	9.60	4.60
brandeis: **EW60**		Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5		
		Dat: 12–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK		A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
		B 20/6	G	MHB–merk:	50730	1		
		C	H	Bouwmerk:	S25			
M.H.B. b.v. Onderstalstraat 3 tel: 5.1,2,e	Postbus 6 6674 ZG 6674 ME Herveld fax: 452022 www.mhb.nl	D	I	WO: 622225		TEK: 5073		Deelorder
		E	J					

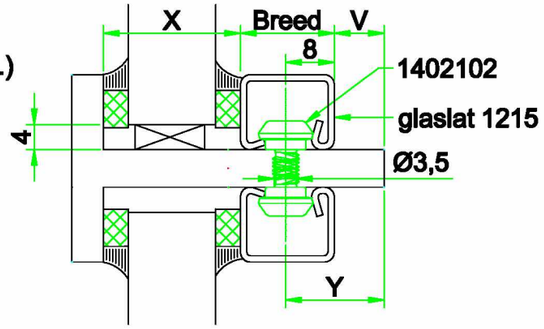
5.1,2,e op 4e verd., tussen stramien 4 en S5 en tussen stramien B en C, gezien vanaf trap (stramien 4).



Profielserie: SL30–60mm	Bouwwerk: Cruquius Kavel 1.1 en 1.2 Amsterdam				4.25	4.80	2.20
Type: Trappui	Kleur: Ral–9010						
brandeis: **EW60**	Get: G. Joosten		Status: **definitief**		Details zie: F5 en G5		
	Dat: 12–4–2017				Alg.gegevens zie: C5000		
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 8/6	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 20/6	G	MHB–merk:	50740	1		
	C	H	Bouwmerk:	S26			
M.H.B. b.v. Onderstalstraat 3 tel: 5.1,2,e	D	I	WO: 622225		TEK: 5074		Deelorder
Postbus 6 6674 ZG 6674 ME Herveld fax: 452022 www.mhb.nl	E	J					



brandwerend



niet brandwerend

Bij reiniging van geharde brandwerende glasproducten dient u op de volgende zaken te letten:

- Gebruik altijd schoon water en een zachte spons of doek;
- Gebruik voor extra reiniging een ruitenspray;
- Gebruik bij ernstige vervuiling niet-agressieve oplosmiddelen;
- Verwijder alle stickers zo snel mogelijk om inwerking van de zon te voorkomen;
- Kleine vervuilingen kunt u voorzichtig verwijderen met bijvoorbeeld fijn staalwol of een scheermes dat vlak op het glas wordt gehouden. Het is niet toegestaan om gehele glasvlakken op deze manier te behandelen; Gebruik nooit een glaskrabber.

Let op: tekening is principeschets
Voor werkelijke maten zie tabel

Vakcode:	Struktuurnr:	Gewicht kg/m2	Omschrijving vakvulling.	Dikte	BW klasse	Glaslatnr:	Breed	Kleur glaslat	X	V	Y	Flenszijde	Glaslatzijde	Profielserie	Beglazingskit	Kleur kit
B'	59704	20	GELAAGD GLAS 44.2	9	geen	Boven 402.215, 1215	15	zie onder	17	23	31	Celband 6x4mm	Celband 6x4mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
C	59706	43.5	Brandwerend Climaplus, dik 31mm, bestaande uit: 5mm float, spouw 12mm en Contraflamlite 14mm EW60.	31	EW60	1215	15	zie onder	37	3	11	Kerafix 9x3mm	Kerafix 9x3mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
C'	59707	43.5	Brandwerend Climaplus, dik 31mm, bestaande uit: 5mm float, spouw 12mm en Contraflamlite 14mm EW60.	31	EW60	Boven 402.215, 1215	15	zie onder	37	3	11	Kerafix 9x3mm	Kerafix 9x3mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
D'	59708	24	Sandwichpaneel, dik 23mm, bestaande uit: binnen- en buitenzijde 1.5mm gemoffelde staalplaat, in kleur pui, met daartussen 20mm harde steenwol.	23	EW60	1215	15	zie onder	29	11	19	kerafix 9x3mm	kerafix 9x3mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
E	59709	31	CL14mm EW60 tweezijdig vuurbelast -	14	EW60	1215	15	zie onder	22	18	26	Kerafix 9x4mm	Kerafix 9x4mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
E'	59710	31	CL14mm EW60 tweezijdig vuurbelast -	14	EW60	Boven 402.215, 1215	15	zie onder	22	18	26	Kerafix 9x4mm	Kerafix 9x4mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
F	59712	20	GELAAGD GLAS 44.A2	9	geen	1215	15	zie onder	17	23	31	Celband 6x4mm	Celband 6x4mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
H	59713	40	GELAAGD GLAS 88.A2 met matte folie	17	geen	1215	15	zie onder	25	15	23	Celband 6x4mm	Celband 6x4mm	SL30-60	neutrale kit	zwart
I	59714	40	GELAAGD GLAS 88.A2	17	geen	1215	15	zie onder	25	15	23	Celband 6x4mm	Celband 6x4mm	SL30-60	neutrale kit	zwart

Oppervlakte behandeling:

Stralen
Poedercoaten en moffelen,
Kleur : 5.1,2,e
RAL : 9010
Laagdikte : 60 micron
Glansgraad : 30%

Werkzaamheden op bouwwerk:

MHB plaatst en stelt. De produkten moeten in de onmiddellijke nabijheid van de stelopeningen opgeslagen zijn. Het horizontaal transport wordt door onze monteurs gedaan. Indien nodig zorgt de bouwaannemer voor vertikaal transport, het bouwen van een steiger en het hak- en breekwerk. MHB moet steigers, elektriciteit, schoor- of vulhout gratis kunnen gebruiken.

Status: definitief

MHB
VEILIGHEID EN ESTHETIEK
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstr. 3 6674 ME Herveld
Tel: 0488-451951 Fax: 452022
www.mhb.nl info@mhb.nl

Bouwwerk: Cruquius Kade Amsterdam
Get: 5.1,2,e
ARCHITECT: van den Berg Bouwkundigen
Dat: 3-5-2017
AANNEMER: De 5.1,2,e warmenhuizen

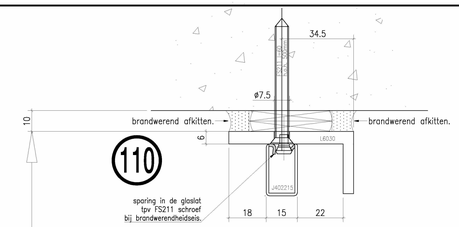
A	F
B	G
C	H
D	I
E	J

Tekening gereed voor produktie: | Datum: | Paraaf tek:

ALG. GEGEVENS SL30-60mm puien

WO: 622225 TEK: C5000

Traptrede

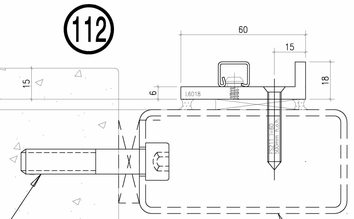


110



111

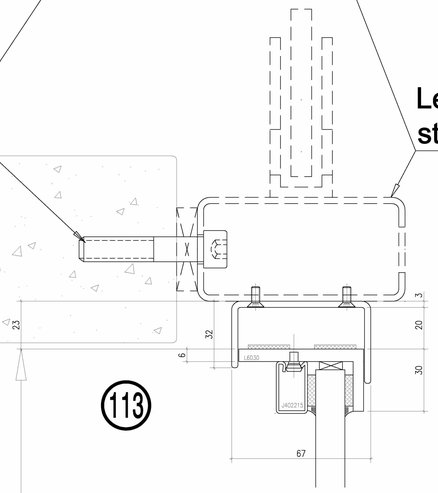
MAAT



112

(Imbus M12) te leveren
door aannemer

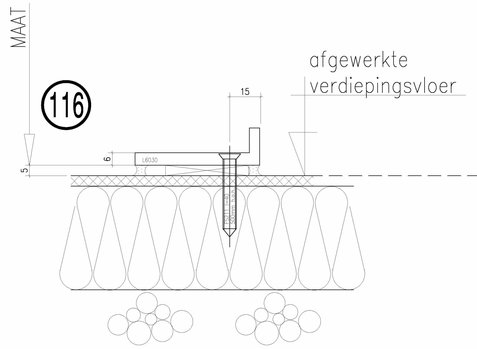
Levering en montage
stalen koker(100x50)
excl. MHB



113

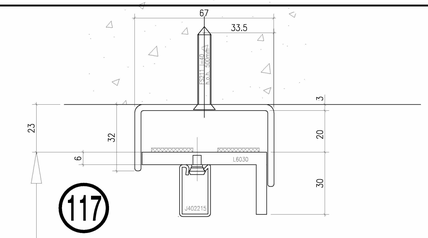
maatvoering U profiel
uitv. in kleur pui (RAL 9010)

MAAT



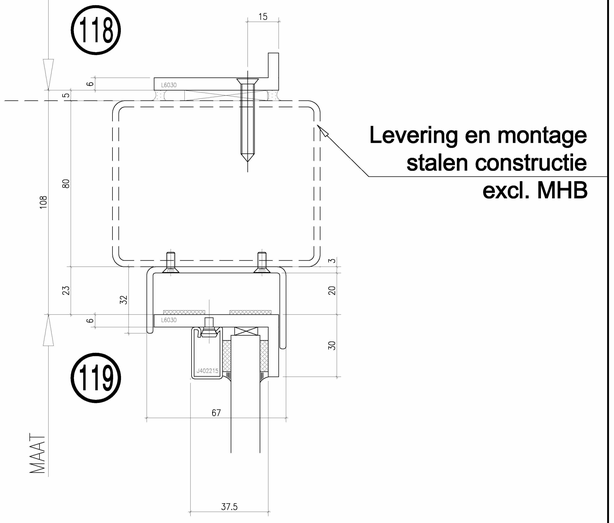
116

strookt



117

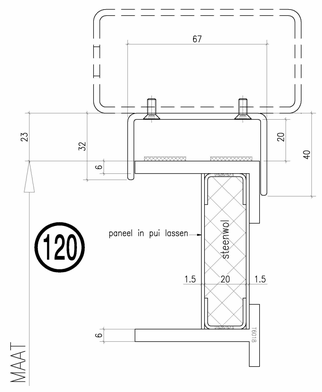
MAAT



118

Levering en montage
stalen constructie
excl. MHB

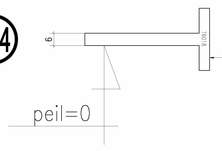
MAAT



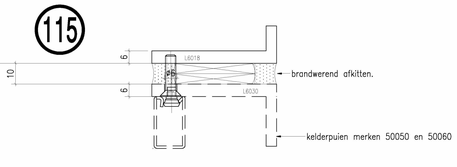
120

MAAT

bevestiging naar
achterliggende vloer
i.o.m. uitvoering



114



115

700-peil

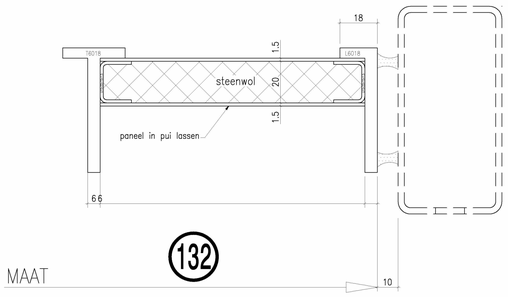
definitief

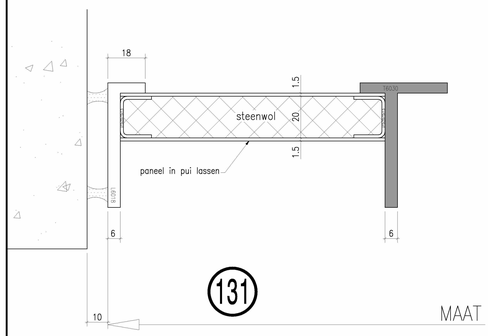
MHB
VEILIGHEID EN ESTHETIEK

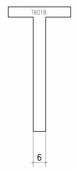
M.H.B. bv

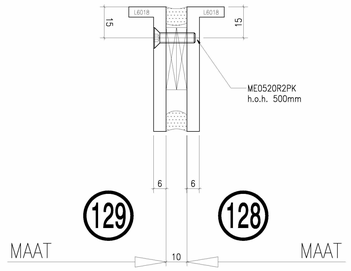
M.H.B. b.v.
[illegible]
tel [illegible]
www.mhb.nl
Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 452022
info@mhb.nl

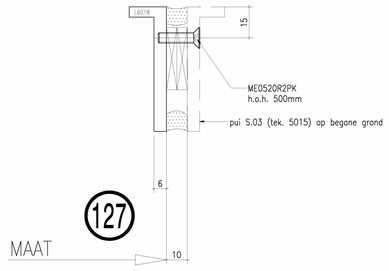
Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [illegible] warmenhuizen	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v. Auteursrecht voorbehouden	
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie C5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie C5000	Getekend: [illegible] Datum: 10-4-2017
	Gewijzigd A B C D E F Datum 8/6 20/6
Inhoud tekening: Vertikale details SL30 60mm trappuien.	W.O. 622225 TEK. F5 Deelorder:

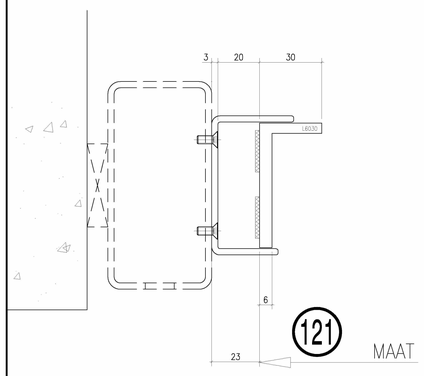


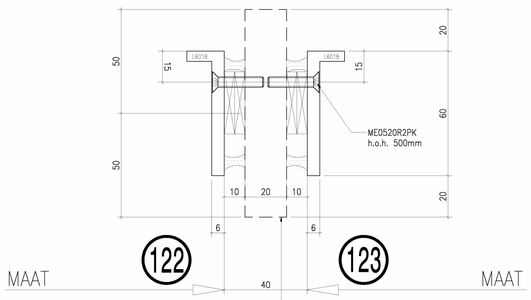


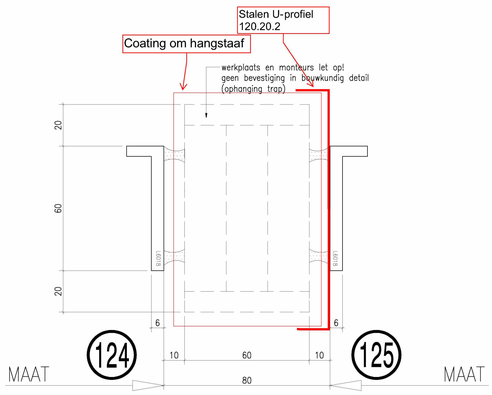


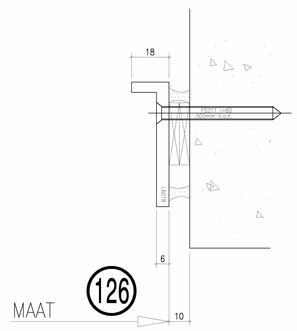












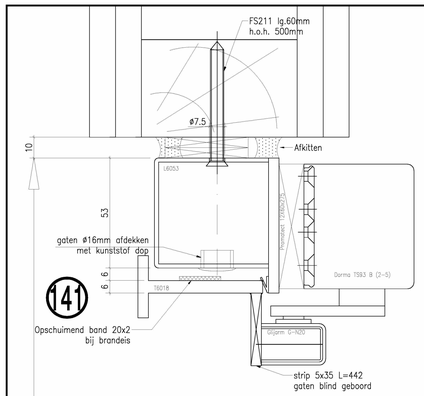
definitief

MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK

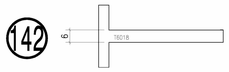
M.H.B. bv

M.H.B. b.v.
Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
tel [redacted]
fax: 4520222
www.mhb.nl
[redacted]@mhb.nl

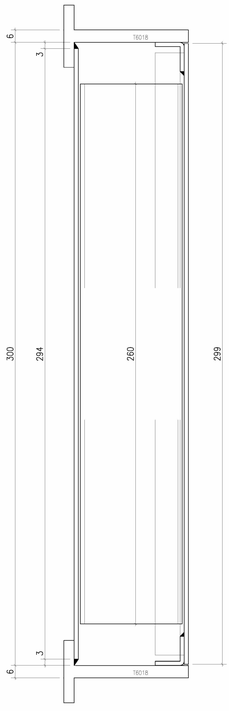
Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [redacted] warmenhuizen	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie C5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie C5000	Getekend: [redacted] Datum: 10-4-2017 Gewijzigd A B C D E F Datum 8/6 13/6
Inhoud tekening: Horizontale details SL30 60mm trappuien.	W.O. 622225 TEK. G5 Deelorder:



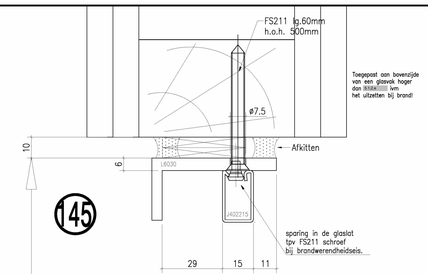
141



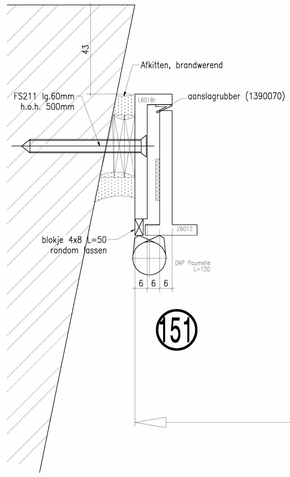
142



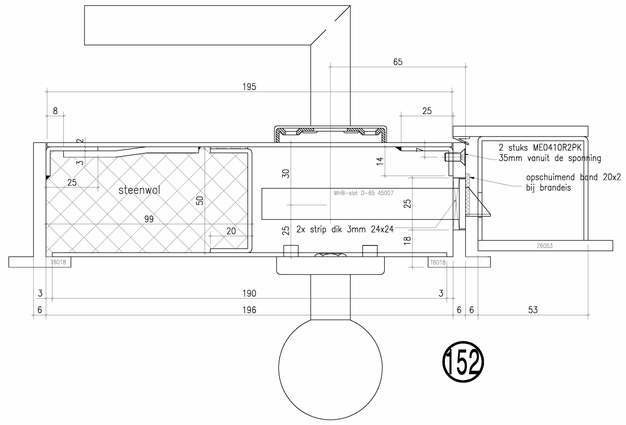
144



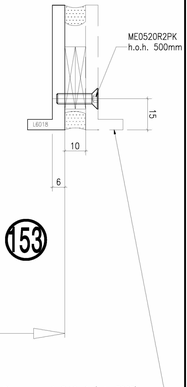
145



151



152

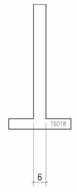


153

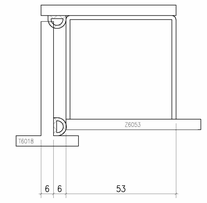
MAAT

aansluiting op merk S.19-1 (tek. 5063)

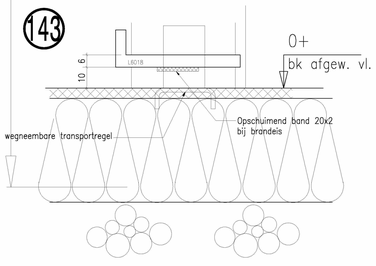
MAAT



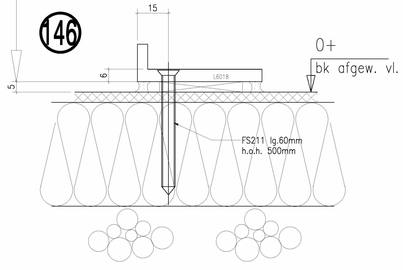
154



155



143



146

voorlopig

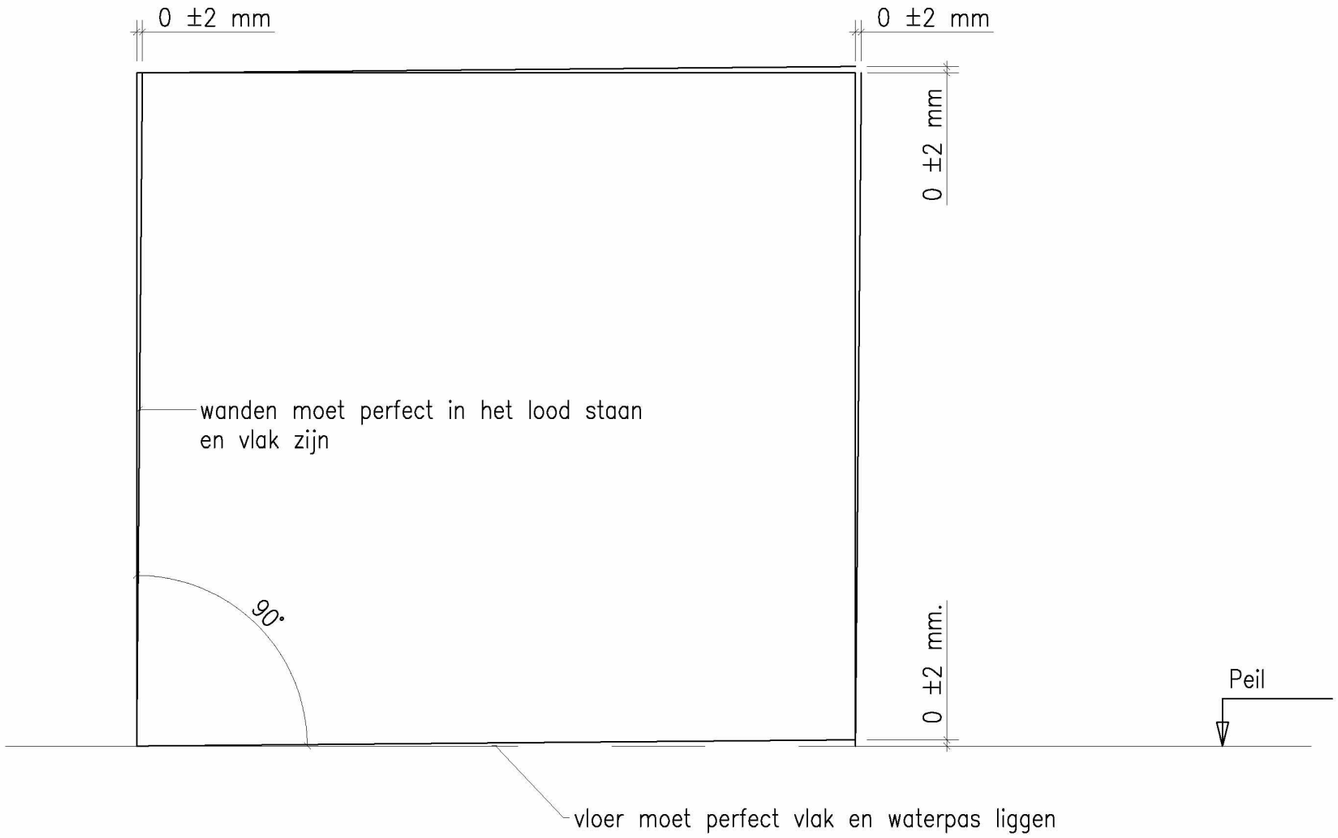
MHB
VEILIGHEID EN ESTHETIEK

M.H.B. bv
M.H.B. b.v.
[redacted]
tel [redacted]
www.mhb.nl
Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 452022
[redacted]@mhb.nl

Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [redacted] warmenhuizen	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie A5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie A5000	Getekend: [redacted] Datum: 24-4-2017 Gewijzigd A B C D E F Datum
Inhoud tekening: Details SL30 60mm trappui, S.03 B2 begane grond.	W.O. 622225 TEK. H5 Deelorder:

Bijlage 7 MHB wanddeuren

Wanddeuren zijn deuren zonder kozijn
Dit stelt hoge eisen aan de wanden en de vloer.

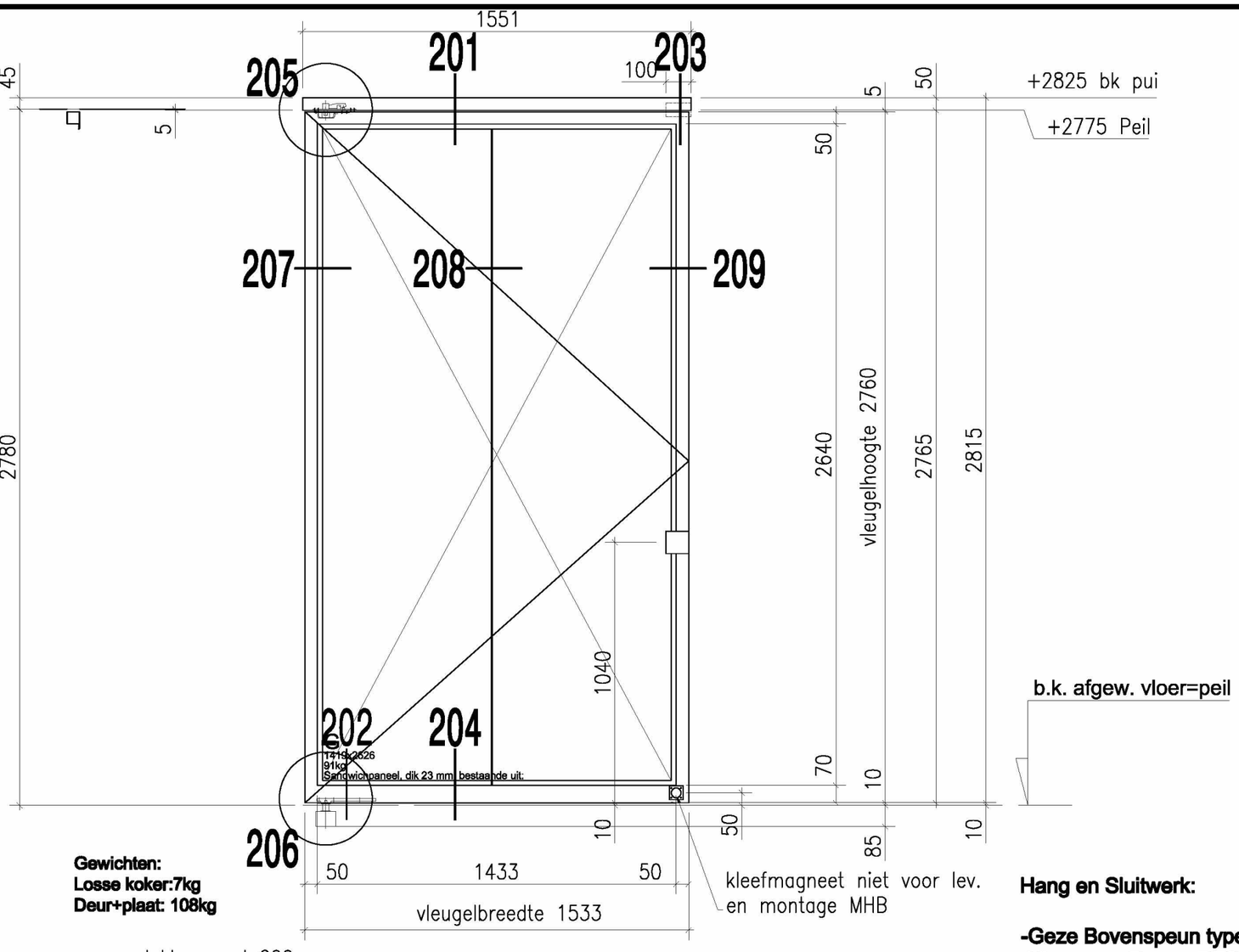


Bouwbedrijf 5.1.2,e en Zn bv
VOOR UITVOERING

Profielserie: PR50	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam						
Type: wanddeur	Kleur: RAL 9010						
brandeis: **EW60**	Get: 5.1.2,e	Status: **definitief**		Details zie: V5 t/m Z5			
	Dat: 17–11–2016			Alg.gegevens zie: B5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 20-01	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 6-03	G	MHB-merk:	51010			
	C 13-4	H	Bouwmerk:				
	D	I	WO: 622225		TEK: 5101		Deelorder
	E	J					

M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel 5.1.2,e fax: 452022 www.mhb.nl

Totaal 2 x uitvoeren, waarvan:
1 x op beg.gr. tussen stramien 4 en S5 en op B, gezien vanuit S5
1 x op 2e verd. tussen stramien 4 en S5 en op B, gezien vanuit S5



b.k. afgew. vloer=peil

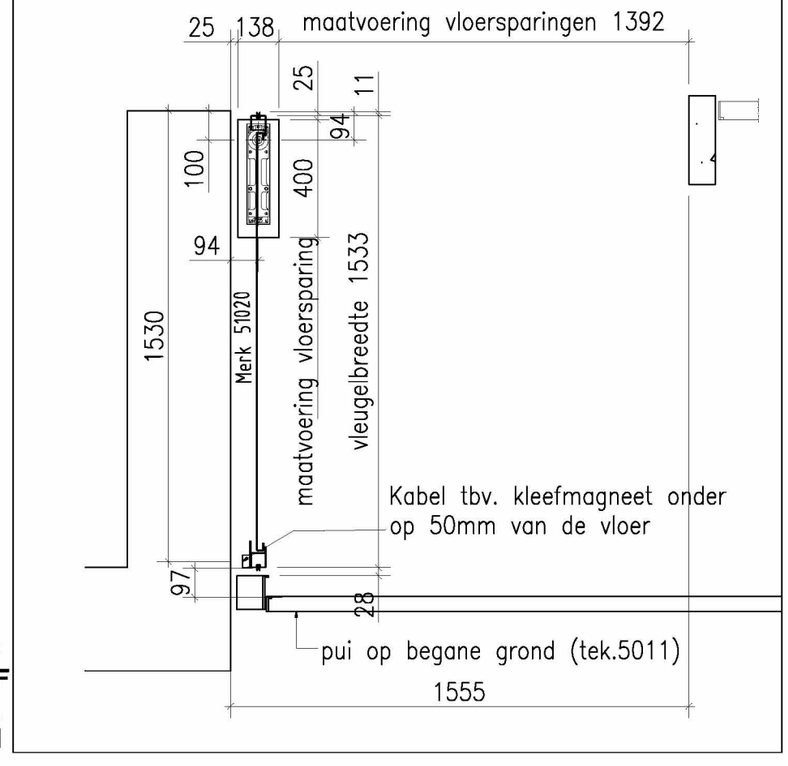
Gewichten:
Losse koker:7kg
Deur+plaat: 108kg

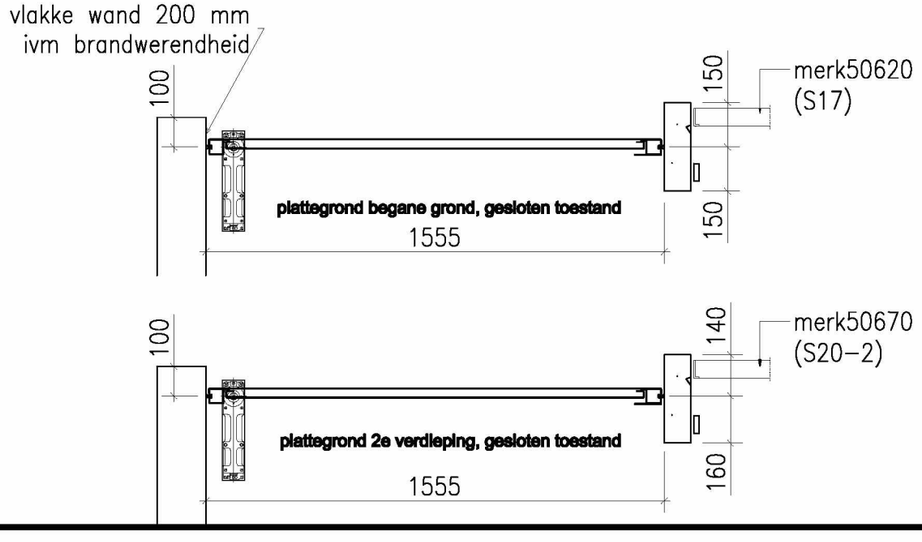
Hang en Sluitwerk:

-Geze Bovenspeun type C
-Vloerveer: Dorma BTS80F
-Steekas: 25mm verlengt
-Onderspeun: Dorma 7421

Voorzieningen
-Kleefmagneet: op te geven en te bemonsteren door aannemer

plattegrond open toestand

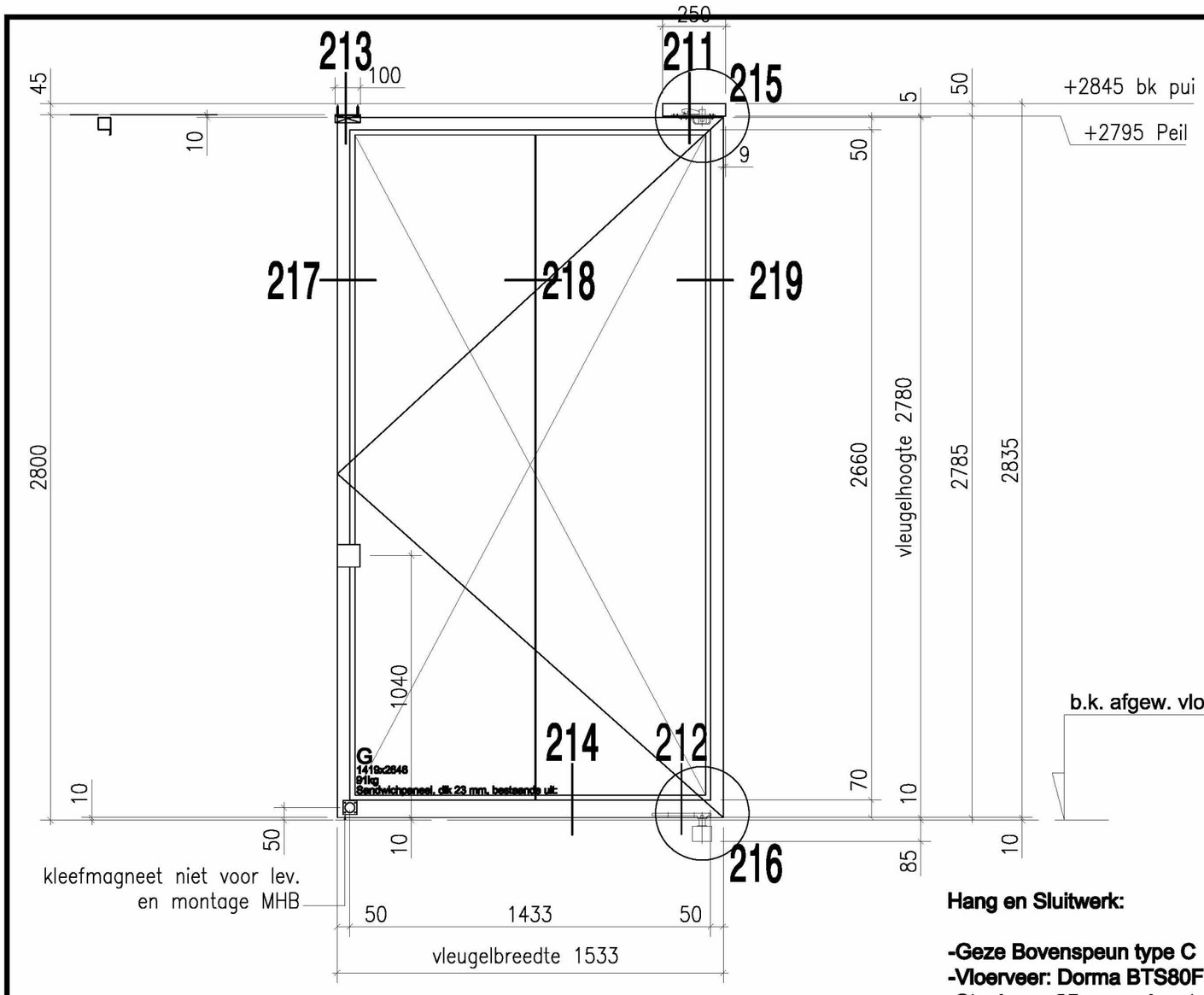




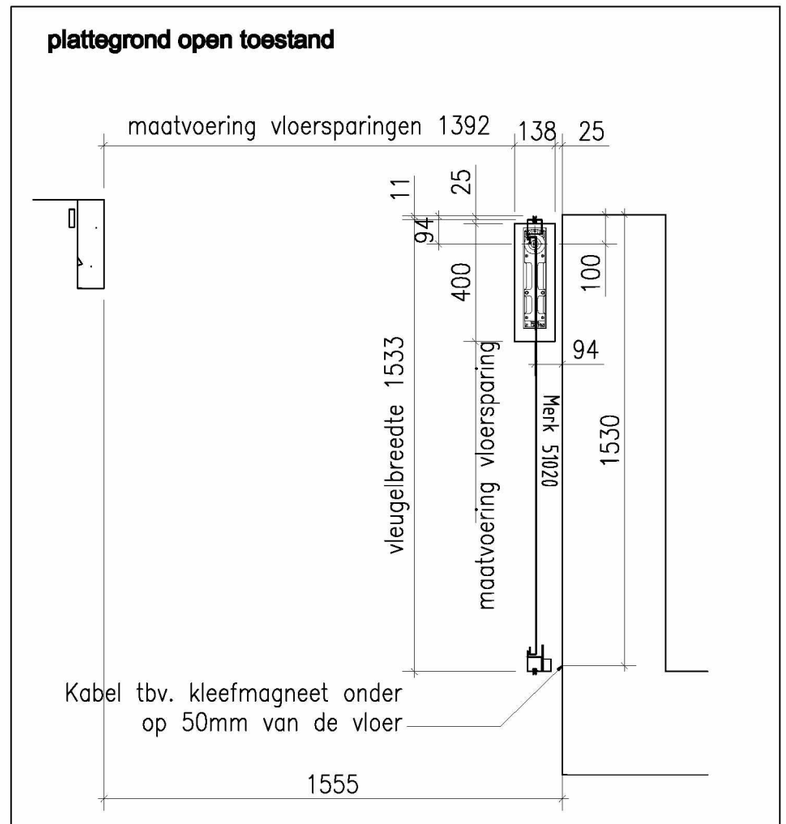
Profielserie: PR50	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam					2.50	11.94	2.19
Type: wanddeur	Kleur: RAL 9010					Details zie: V5		
brandeis: **EW60**	Get: M. de Wit		Status: **definitief**			Alg.gegevens zie: B5000		
	Dat: 14-11-2016							
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 17-11	F		Getekend		Aantal	Spiegelbld	Aantal
	B 20-01	G	MHB-merk:	51020		2		
	C 6-03	H	Bouwmerk:	WDA B3+2V1				
	D 22/3	I	WO: 622225			TEK: 5102		Deelorder
	E 13/4	J						

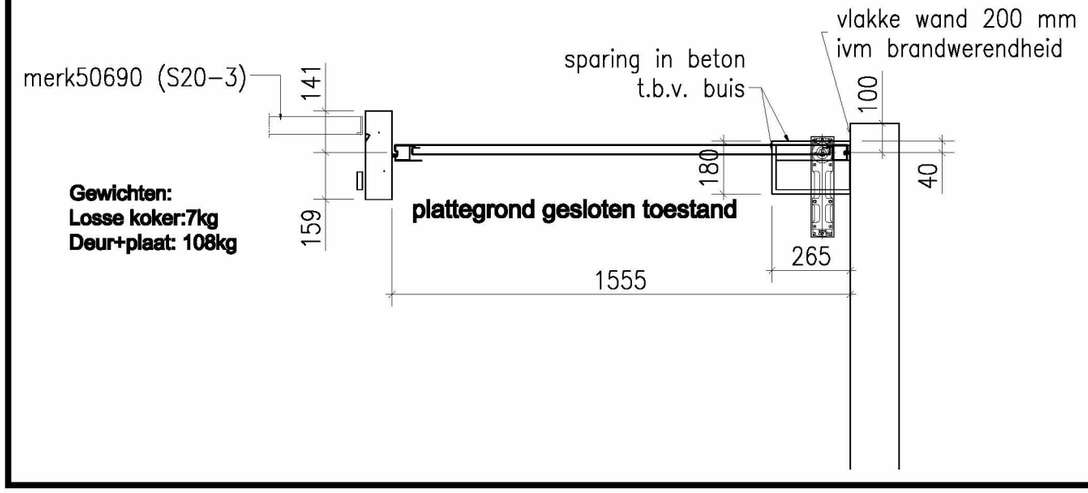
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1.2,e fax: 452022 www.mhb.nl

Wanddeur op 3e verd. tussen stramien 4 en S5 en op B, gezien vanuit 4



b.k. afgew. vloer=peil





Gewichten:
Losse koker:7kg
Deur+plaat: 108kg

Hang en Sluitwerk:

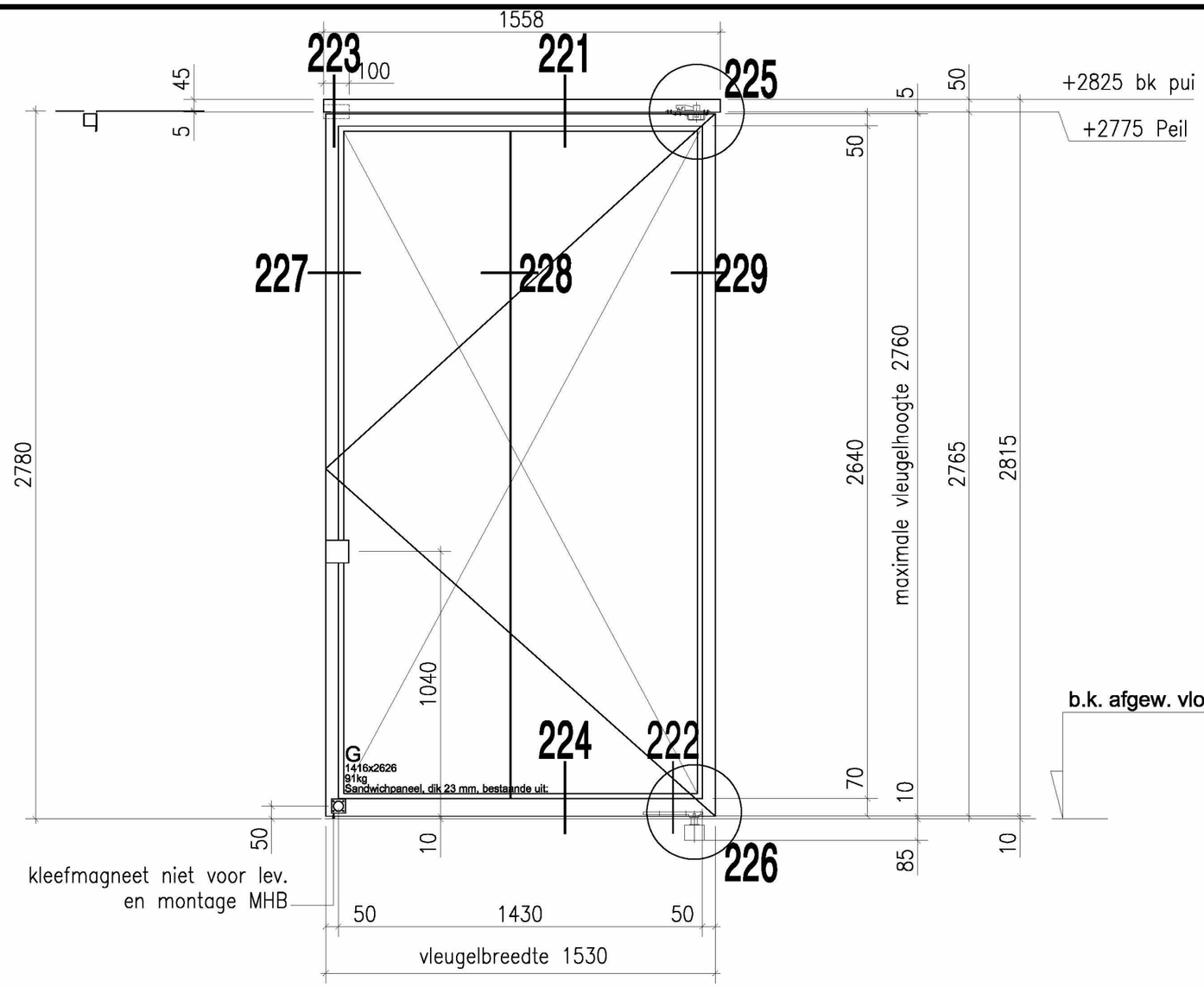
-Geze Bovenspeun type C
-Vloerveer: Dorma BTS80F
-Steekas: 25mm verlengt
-Onderspeun: Dorma 7421

Voorzieningen
-Kleefmagneet: op te geven en te bemonsteren door aannemer

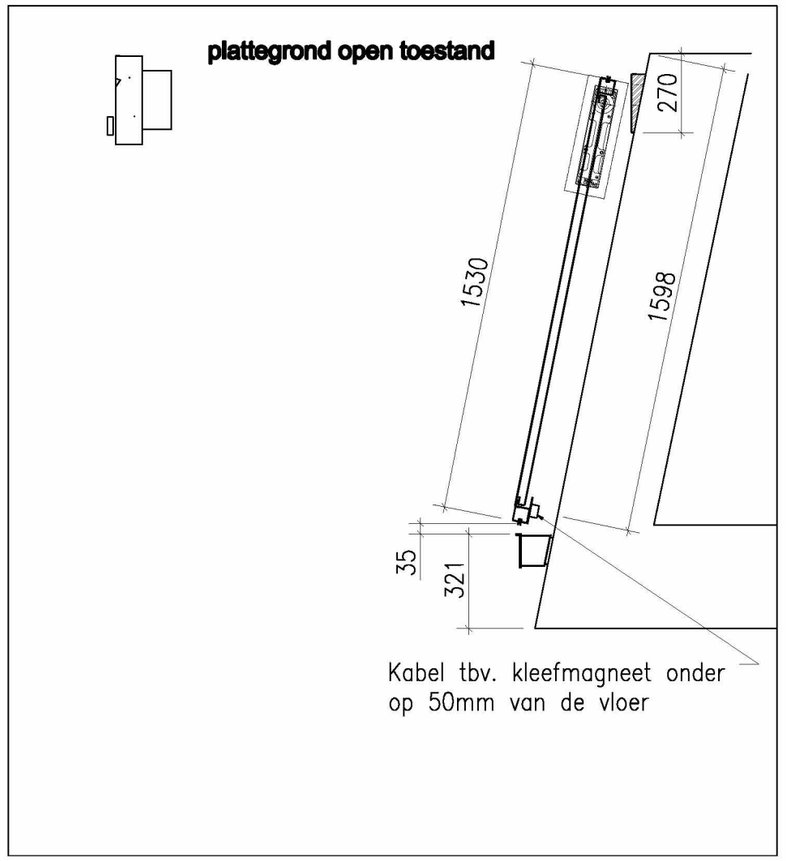
Profielserie: PR50	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam							
Type: wanddeur	Kleur: RAL 9010				2.50	11.94	2.19	
brandeis: **EW60**	Get: M. de Wit	Status: **definitief**			Details zie: W5			
	Dat: 14-11-2016				Alg.gegevens zie: B5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 17-11	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
	B 20-01	G	MHB-merk:	51030	1			
	C 7-03	H	Bouwmerk:	WDA 3V1				
	D 22/3	I	WO: 622225		TEK: 5103		Deelorder	
	E 13/4	J						

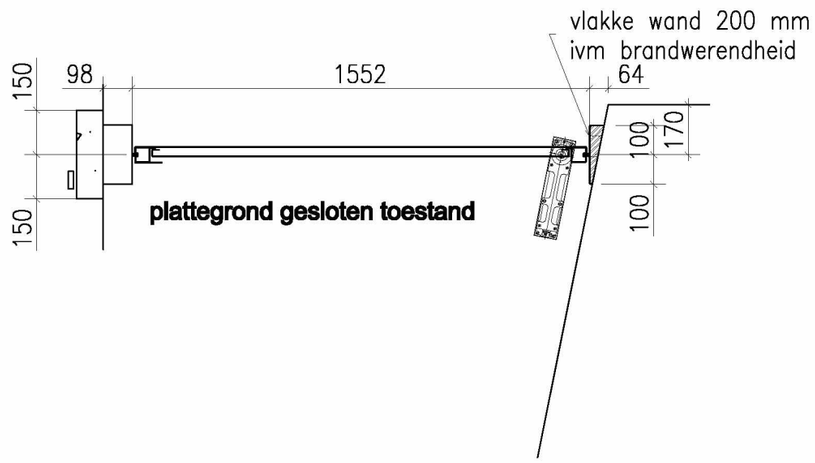
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1.2.e fax: 452022 www.mhb.nl

wanddeur op 1e verd. tussen stramien 4 en S5 en op B, gezien vanuit S5



b.k. afgew. vloer=peil





Gewichten:
Losse koker:7kg
Deur+plaat: 108kg

Hang en Sluitwerk:

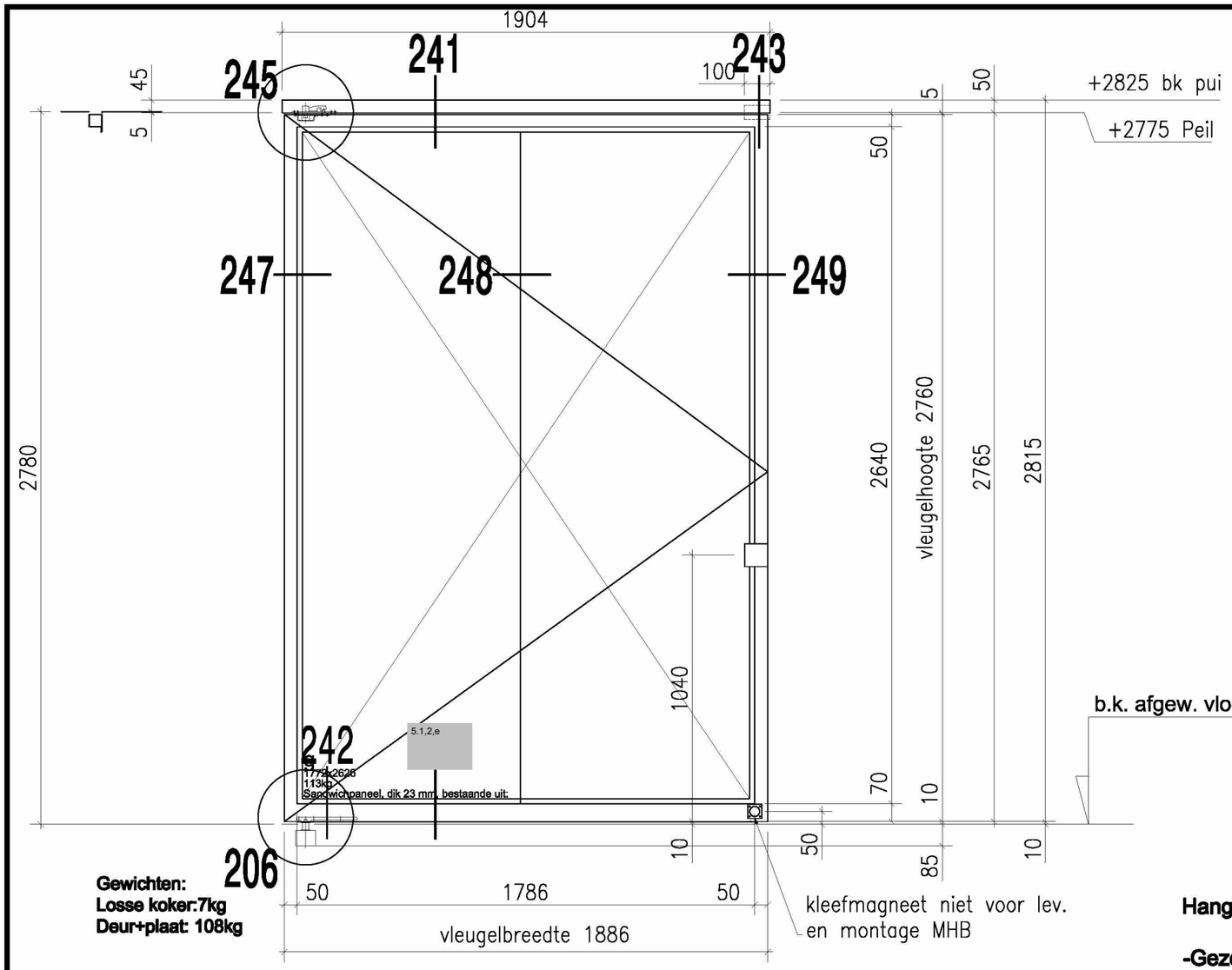
-Geze Bovenspeun type C
-Vloerveer: Dorma BTS80F
-Steekas: steekas 25mm verlengt
-Onderspeun: Dorma 7421

Voorzieningen
-Kleefmagneet: op te geven en te bemonsteren door aannemer

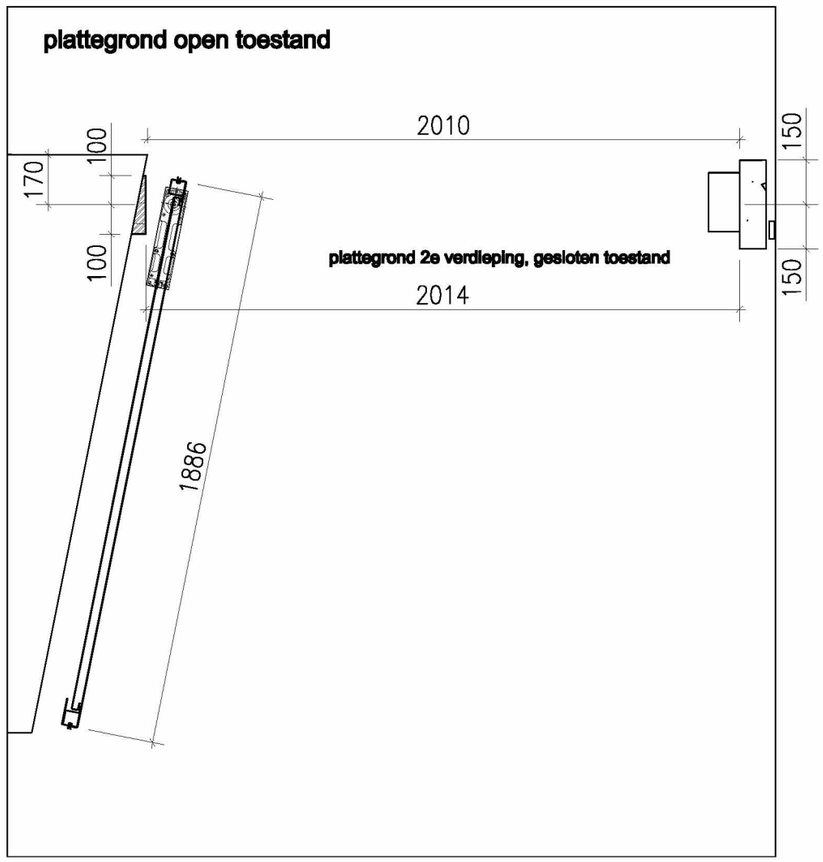
Profielserie: PR50	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam							
Type: wanddeur	Kleur: RAL 9010				2.51	12.08	2.21	
brandeis: **EW60**	Get: M. de Wit	Status: **definitief**			Details zie: X5			
	Dat: 14-11-2016				Alg.gegevens zie: B5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 17-11	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
	B 20-01	G	MHB-merk:	51040	1			
	C 7-03	H	Bouwmerk:	WDB 1V3				
	D 22/3	I	WO: 622225		TEK: 5104		Deelorder	
	E 18/4	J						

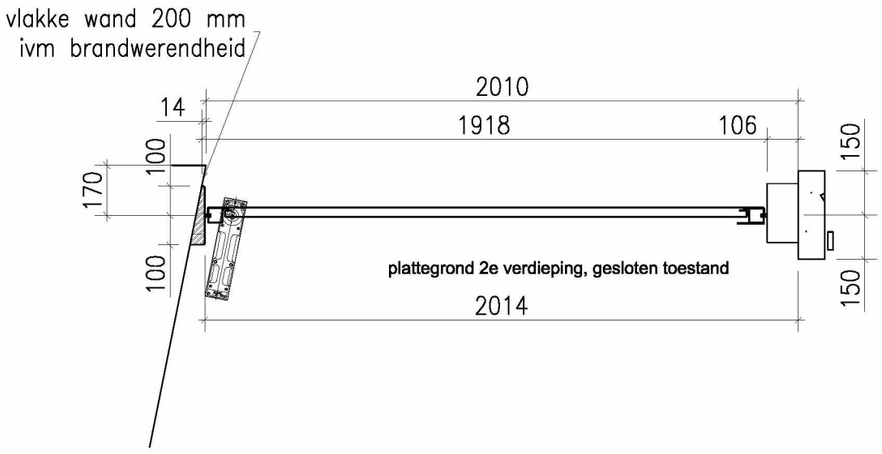
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1.2.e fax: 452022 www.mhb.nl

wanddeur op 2e verd. tussen stramien 4 en S5 en tussen B en C, gezien vanuit 4



Gewichten:
Losse koker:7kg
Deur+plaat: 108kg





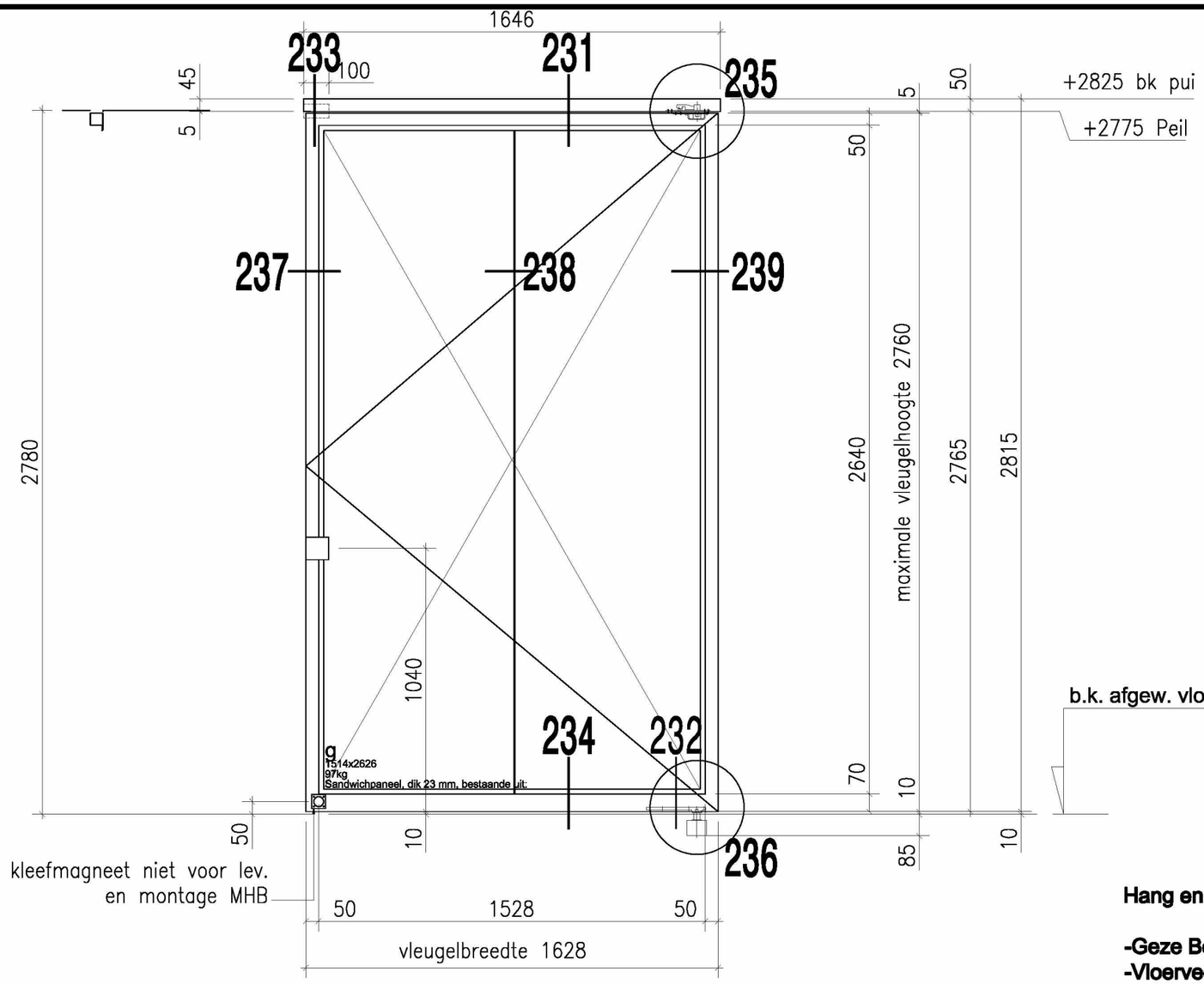
Hang en Sluitwerk:

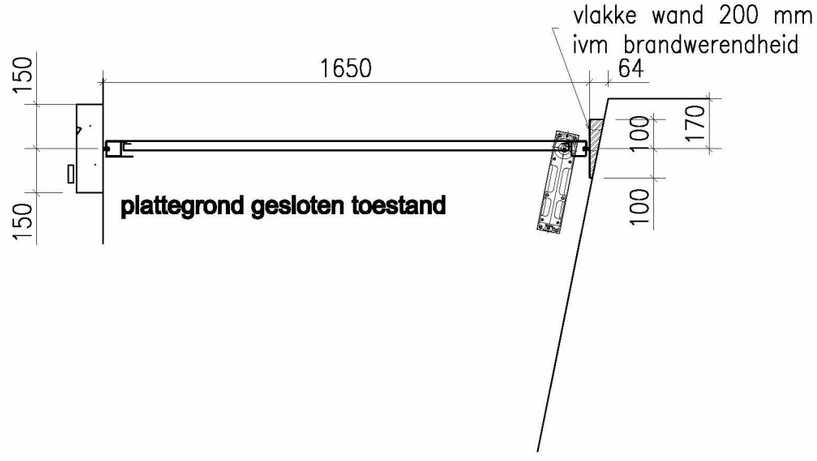
-Geze Bovenspeun type C
-Vloerveer: Dorma BTS80F
-Steekas: 25mm verlengt
-Onderspeun: Dorma 7421

Voorzieningen
-Kleefmagneet: op te geven en te bemonsteren door aannemer

Profielserie: PR50	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam							
Type: wanddeur	Kleur: RAL 9010				2.50	11.94	2.19	
brandeis: **EW60**	Get: M. de Wit	Status: **definitief**			Details zie: Y5			
	Dat: 14–11–2016				Alg.gegevens zie: B5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 17–11	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
	B 20–01	G	MHB–merk:	51050	1			
	C 8–03	H	Bouwmerk:	WDC 2V2				
	D 22/3	I	WO: 622225		TEK: 5105		Deelorder	
	E 18/4	J						

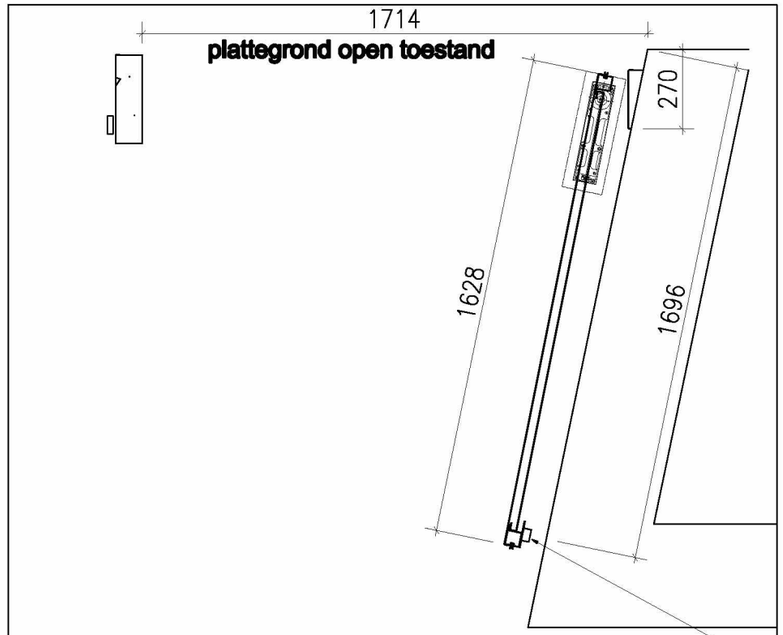
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1,2,e fax: 452022 www.mhb.nl





Gewichten:
Losse koker:7kg
Deur+plaat: 108kg

Totaal 2 x uitvoeren, waarvan:
1 x op 3e verd. tussen stramien 4 en S5 en tussen B en C, gezien vanuit S5
1 x op 4e verd. tussen stramien 4 en S5 en tussen B en C, gezien vanuit S5



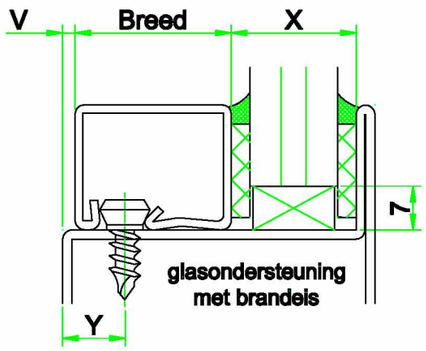
Hang en Sluitwerk:

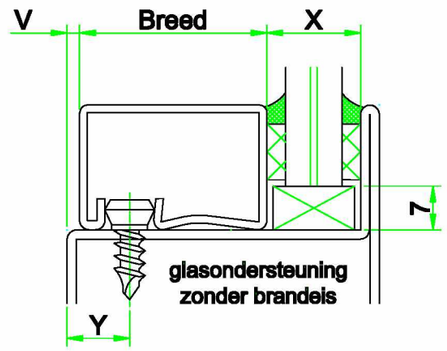
-Geze Bovenspeun type C
-Vloerveer: Dorma BTS80F
-Steekas: steekas 25mm verlengt
-Onderspeun: Dorma 7421

Voorzieningen
-Kleefmagneet: op te geven en te bemonsteren door aannemer

Profielserie: PR50	Bouwwerk: Cruquius Amsterdam							
Type: wanddeur	Kleur: RAL 9010				2.51	12.08	2.21	
brandeis: **EW60**	Get: M. de Wit		Status: **definitief**		Details zie: Z5			
	Dat: 14–11–2016				Alg.gegevens zie: B5000			
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK	A 17–11	F		Getekend	Aantal	Spiegelbld	Aantal	
	B 20–01	G	MHB–merk:	51060	2			
	C 7–03	H	Bouwmerk:	WDE 3V2+4V1				
	D 22/3	I	WO: 622225		TEK: 5106		Deelorder	
	E 18/4	J						

M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstraat 3 6674 ME Herveld
tel: 5.1.2,e fax: 452022 www.mhb.nl





Bij reiniging van geharde brandwerende glasproducten dient u op de volgende zaken te letten:

- Gebruik altijd schoon water en een zachte spons of doek;
- Gebruik voor extra reiniging een ruitenspray;
- Gebruik bij ernstige vervuiling niet-agressieve oplosmiddelen;
- Verwijder alle stickers zo snel mogelijk om inwerking van de zon te voorkomen;
- Kleine vervuilingen kunt u voorzichtig verwijderen met bijvoorbeeld fijn staalwol of een scheermes dat vlak op het glas wordt gehouden. Het is niet toegestaan om gehele glasvlakken op deze manier te behandelen; Gebruik nooit een glaskrabber.

Let op: tekening is principeschets
Voor werkelijke maten zie tabel

Vakcode:	Struktuurnr:	Gewicht kg/m2	Omschrijving vakvulling.	Dikte	BW klasse	Glaslatnr:	Breed	Kleur glaslat	X	V	Y	Flenszijde	Glaslatzijde	Profielserie	Beglazingskit	Kleur kit
G	59711	24	Sandwichpaneel, dik 23 mm, bestaande uit: binnen- en buitenzijde 1.5mm gemoffelde staalplaat, kleur pui, met daartussen 20mm syrofoam.	23	geen	2015	15	zie onder	29	1	9	celband 6x3mm	celband 6x3mm	50mm	neutralekit	zwart

Oppervlakte behandeling:

Stralen
Poedercoaten en moffelen,
Kleur : Zuiver wit
RAL : 9010
Laagdikte : 60 micron
Glansgraad : 30%

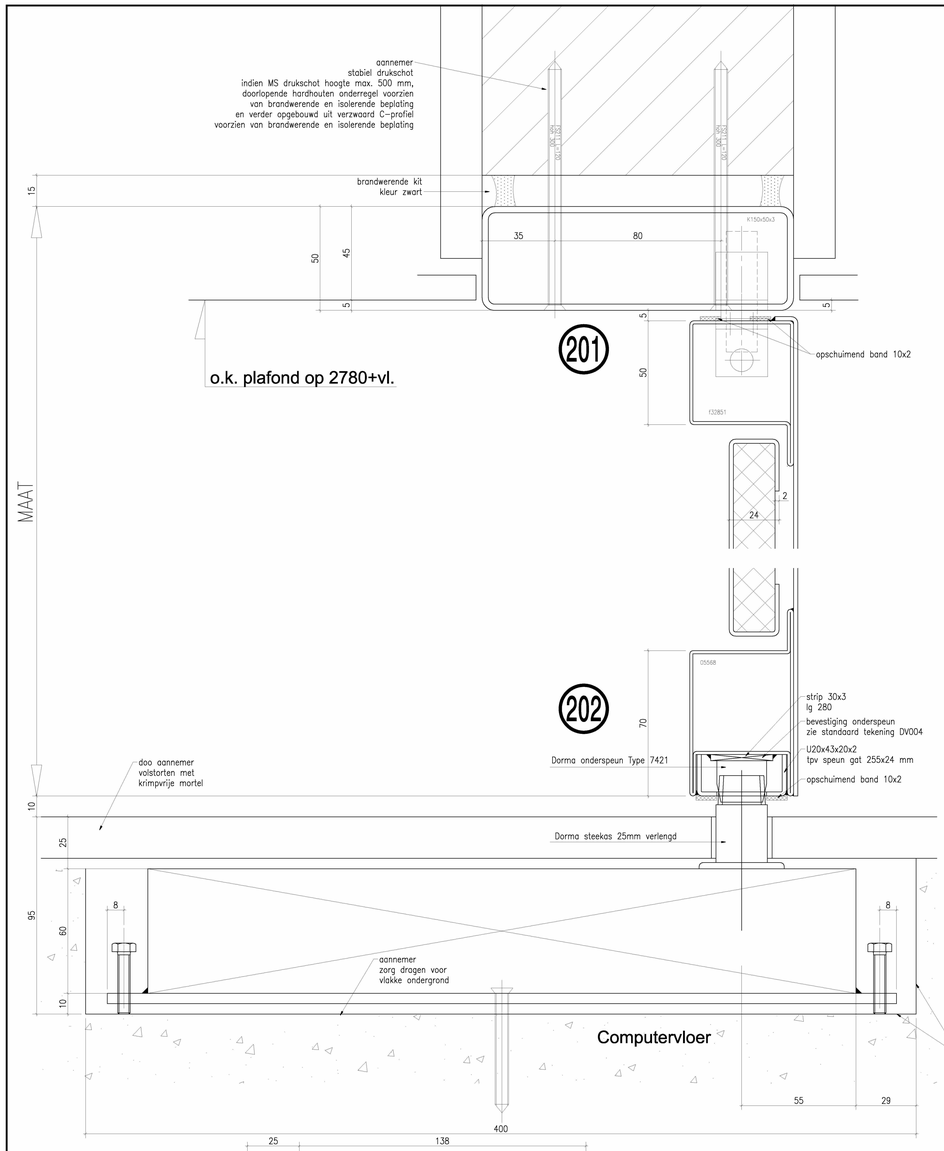
Werkzaamheden op bouwwerk:

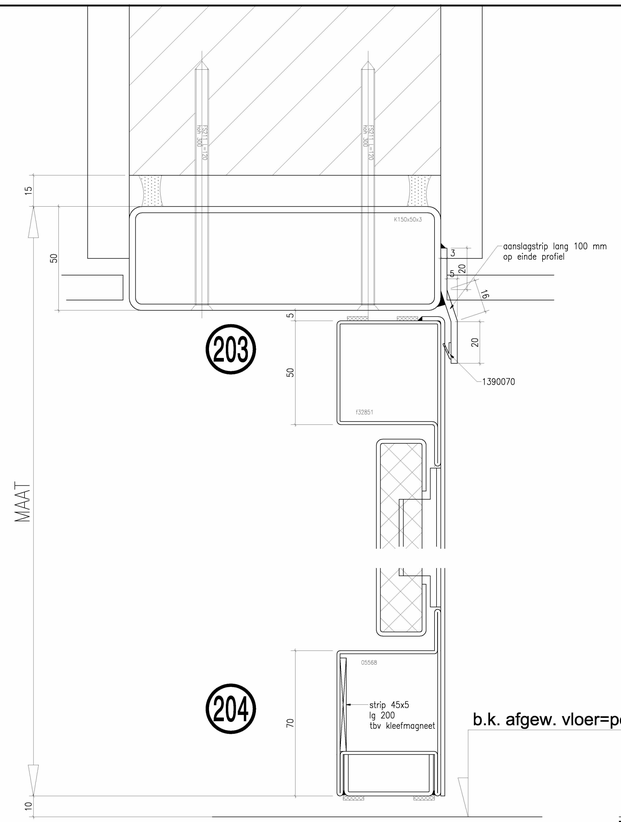
MHB plaatst en stelt. De produkten moeten in de onmiddellijke nabijheid van de stelopeningen opgeslagen zijn. Het horizontaal transport wordt door onze monteurs gedaan. Indien nodig zorgt de bouwaannemer voor vertikaal transport, het bouwen van een steiger en het hak- en breekwerk. MHB moet steigers, elektriciteit, schoor- of vulhout gratis kunnen gebruiken.

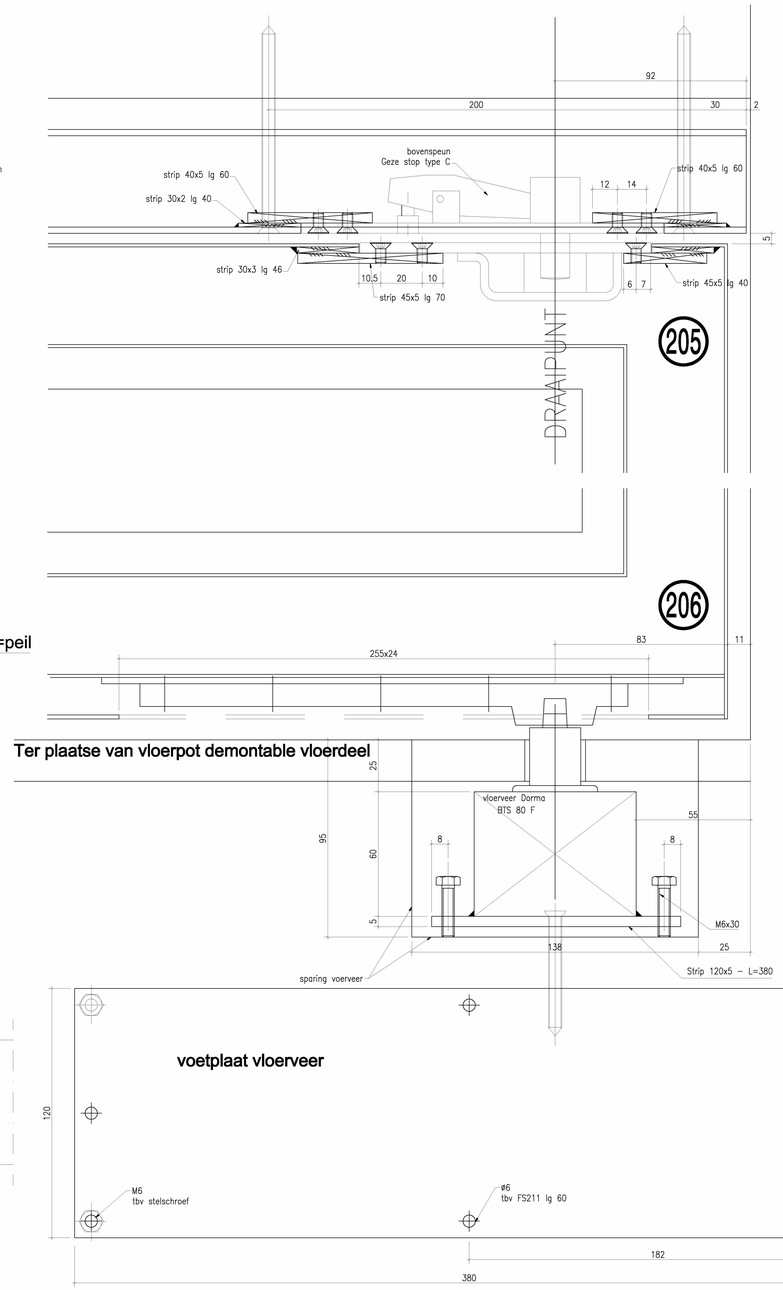
Status: Definitief

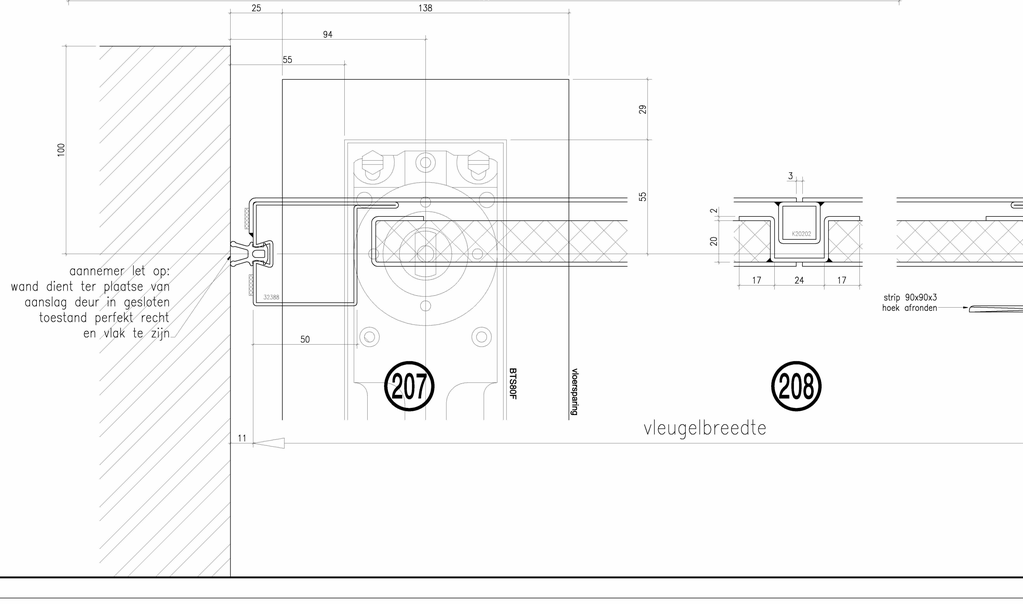
MHB
VEILIGHEID EN ESTHETIEK
M.H.B. b.v. Postbus 6 6674 ZG
Onderstalstr. 3 6674 ME Herveld
Tel: 0488-451951 Fax: 452022
www.mhb.nl info@mhb.nl

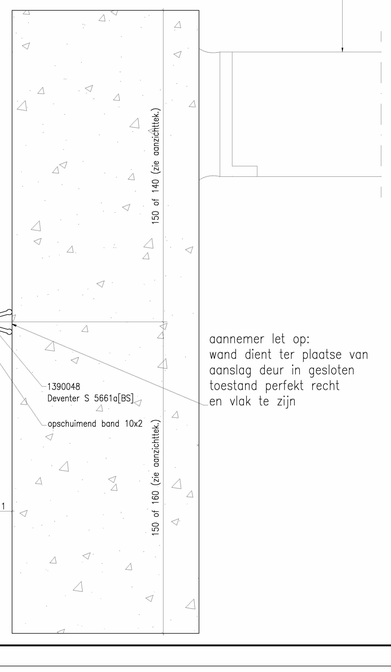
Bouwwerk: Cruquius kade Amsterdam			
Get: 5.1.2,e		ARCHITECT:	
Dat: 17–2–2017		AANNEMER: De 5.1.2,e warmenhuizen	
A 22/3	F	Tekening gereed voor produktie:	Datum: / Paraaf tek:
B 18/4	G	ALGEMENE GEGEVENS wanddeuren	
C	H		
D	I	WO: 622225	TEK: B5000
E	J		











definitief

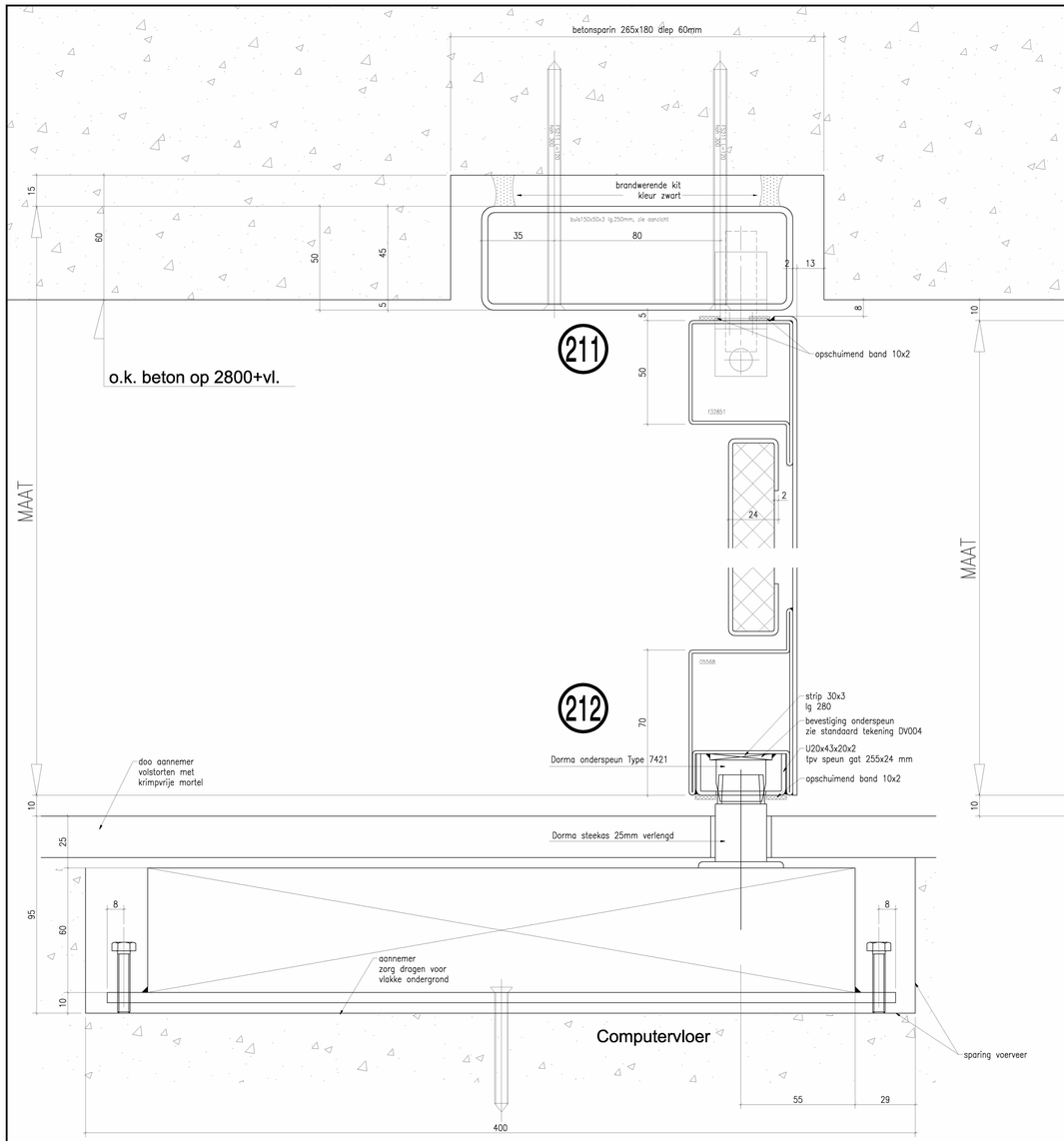
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK

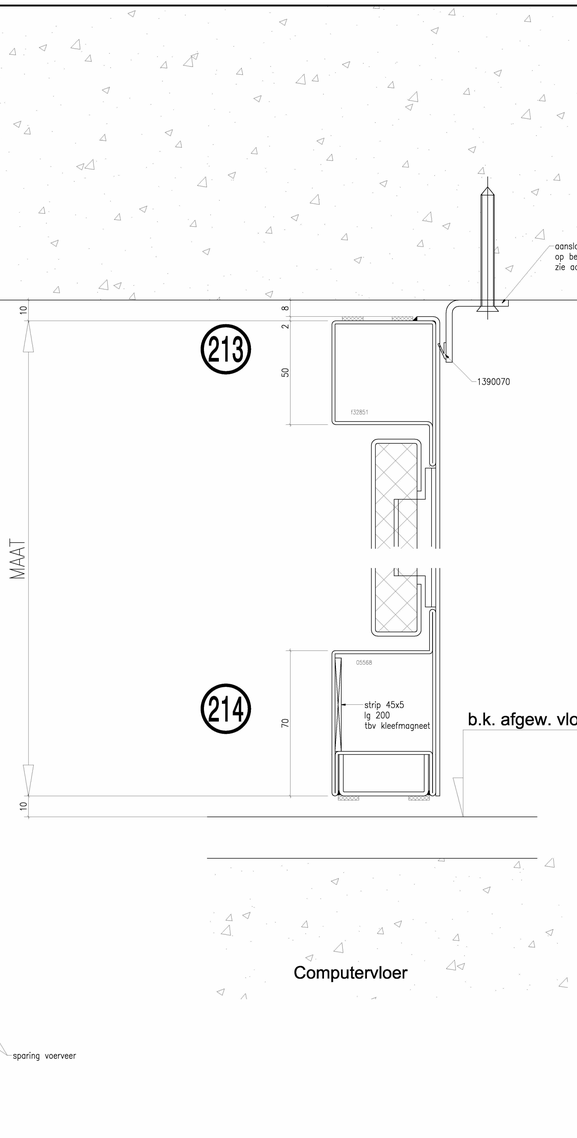
M.H.B. bv

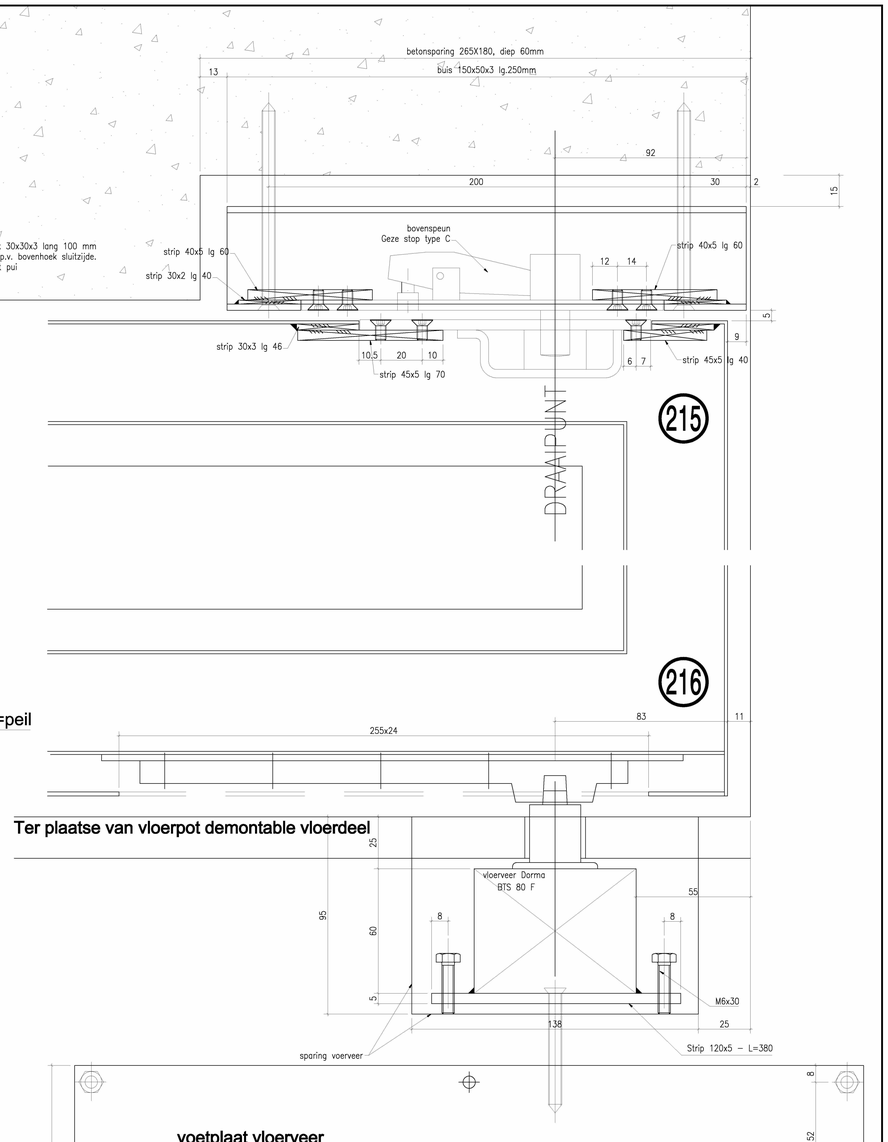
M.H.B. b.v.
[redacted]
tel [redacted]
www.mhb.nl

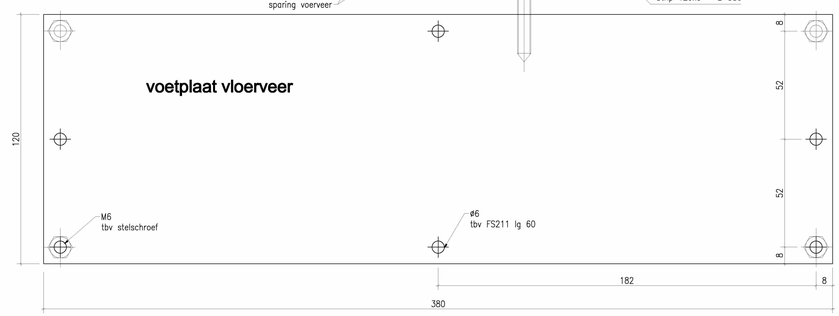
Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 4520222
[redacted]@mhb.nl

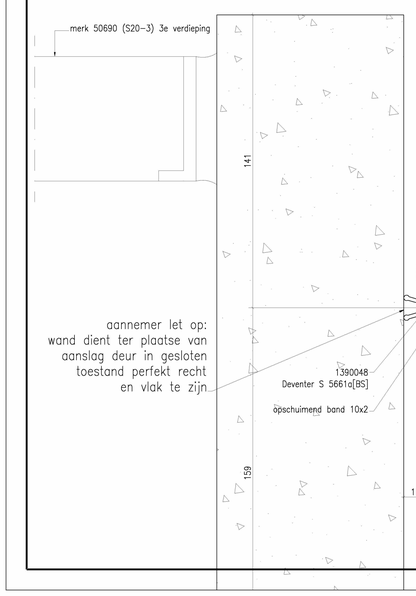
Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [redacted]	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie B5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie B5000	Getekend: [redacted] Datum: 7-03-2017
	Gewijzigd A B C D E F Datum 22/3 13/4
Inhoud tekening: Details wanddeuren op tek. 5102.	W.O. 622225 TEK. V5 Deelorder:

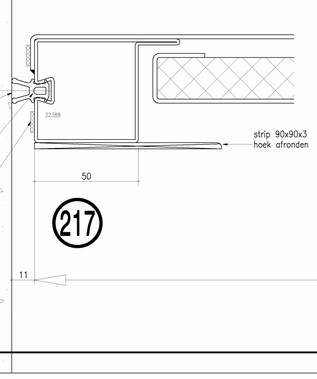




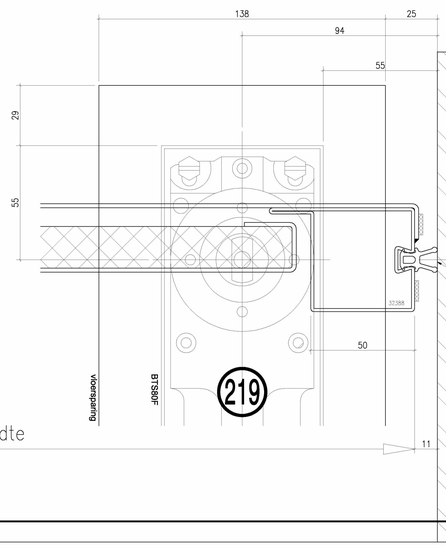












aannemer let op:
wand dient ter plaatse van
aanslag deur in gesloten
toestand perfekt recht
en vlak te zijn

definitief

MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK

M.H.B. bv

M.H.B. b.v.
[redacted]
tel [redacted]
www.mhb.nl

Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 4520222
[redacted]@mhb.nl

Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [redacted]	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie B5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie B5000	Getekend: [redacted] Datum: 7-03-2017
Gewijzigd: A B C D E F	
Datum: 22/3 13/4	
Inhoud tekening: Details wanddeur op tek. 5103.	W.O. 622225 TEK. W5 Deelorder:

aannemer
stabiel drukschot
indien MS drukschot hoogte max. 500 mm,
doorlopende hardhouten onderregel voorzien
van brandwerende en isolerende beplating
en verder opgebouwd uit verzwaard C-profiel
voorzien van brandwerende en isolerende beplating

brandwerende kit
kleur zwart

o.k. plafond op 2780+vl.

MAAT

221

opschuimend band 10x2

222

strip 30x3
lg 280
bevestiging onderspeun
zie standaard tekening DV004
U20x43x20x2
tpv speun gat 255x24 mm
opschuimend band 10x2

Dorma onderspeun Type 7421

doo aannemer
volstorten met
krimpvrije mortel

Dorma steekas 25mm verlengd

aannemer
zorg dragen voor
vlakke ondergrond

sparing voerveer

223

aanslagstrip lang 100 mm
op einde profiel

1390070

224

strip 45x5
lg 200
tbv kleefmagneet

b.k. afgew. vloer=peil

Computervloer

225

bovenspeun
Geze stop type C

strip 40x5 lg 60
strip 30x2 lg 40
strip 30x3 lg 46
strip 45x5 lg 70
strip 45x5 lg 40

DRAAIPUNT

226

Ter plaatse van vloerpot demontable vloerdeel

vloerveer Dorma
BTS 80 F

M6x30

sparing voerveer

Strip 120x5 – L=380

227

U profiel 101x200x101x1,5mm colcoit plaat in kleur RAL 9010 op promatect lijmen
(door MHB te leveren en aan te brengen)

aannemer let op:
wand dient ter plaatse van
aanslag deur in gesloten
toestand perfekt recht
en vlak te zijn

strip 90x90x3
hoek afronden

opdikken wand
door aannemer uit te voeren

vleugelbreedte

228

229

Voegspleng

BTS80F

1390048
Deventer S 5661a[BS]

opschuimend band 10x2

1,5mm colcoit plaat in kleur RAL 9010 op promatect lijmen
(door MHB te leveren en aan te brengen)

strook promatect, door aannemer aan te brengen op wand

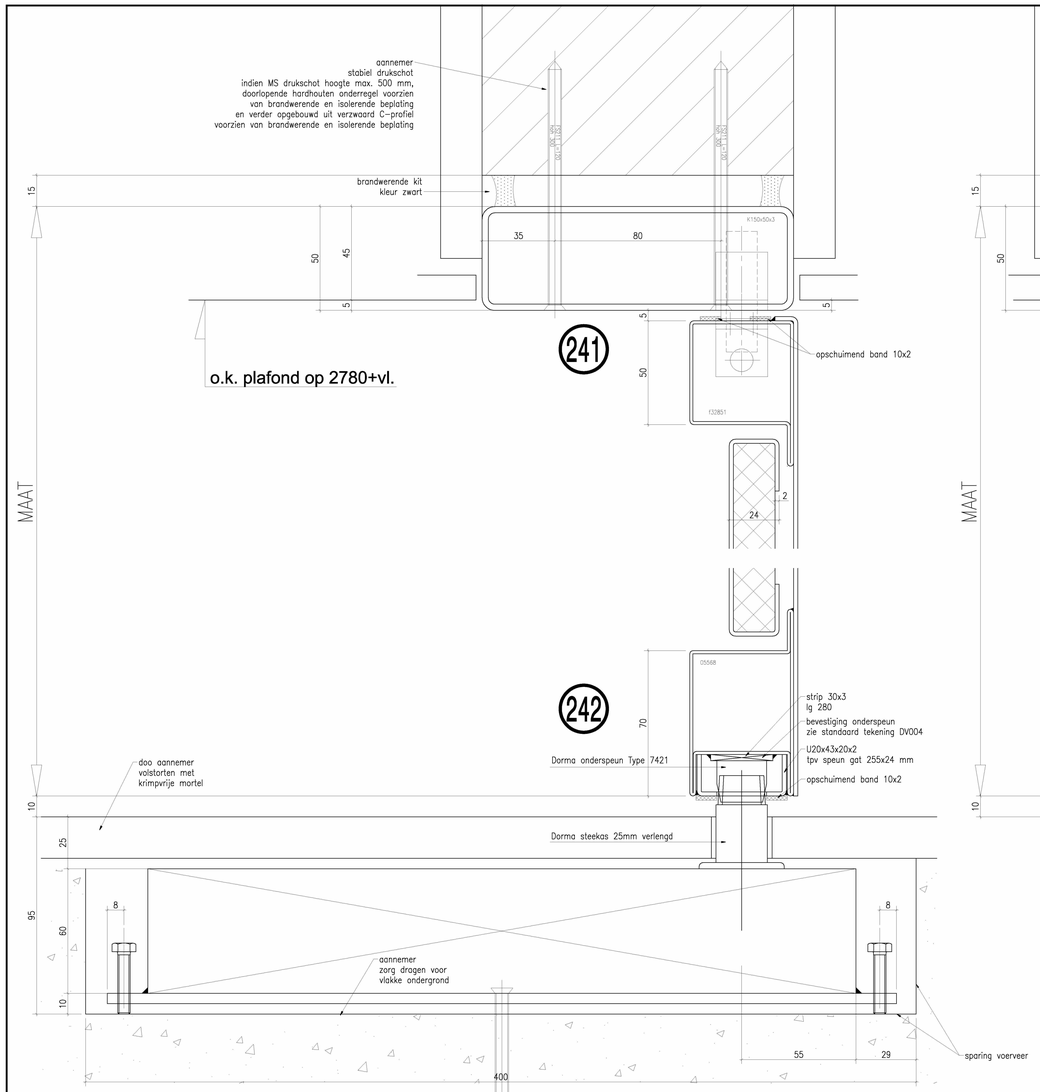
definitief

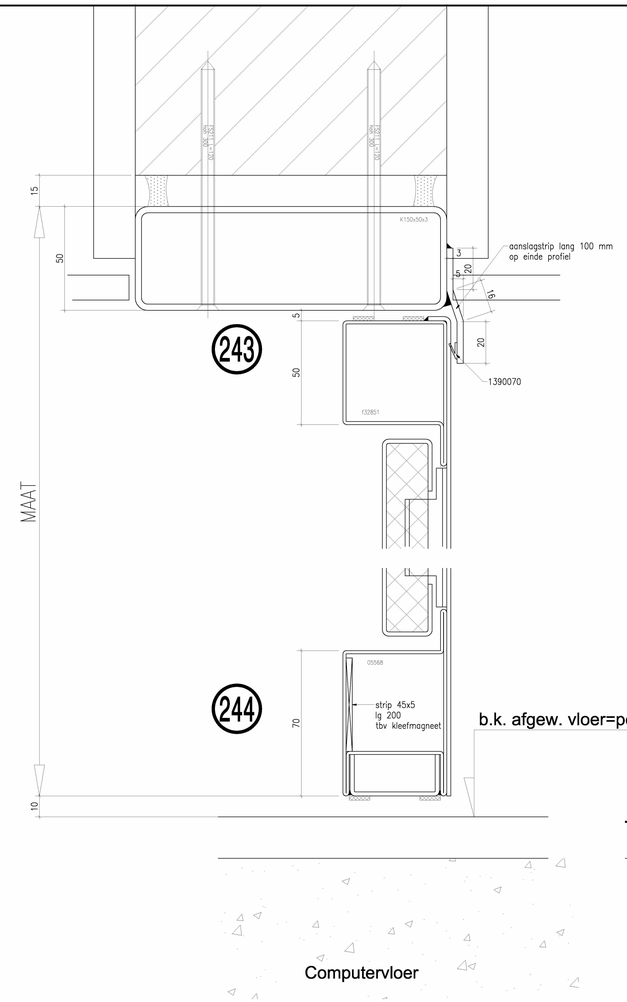
MHB
VEILIGHEID EN ESTHETIEK

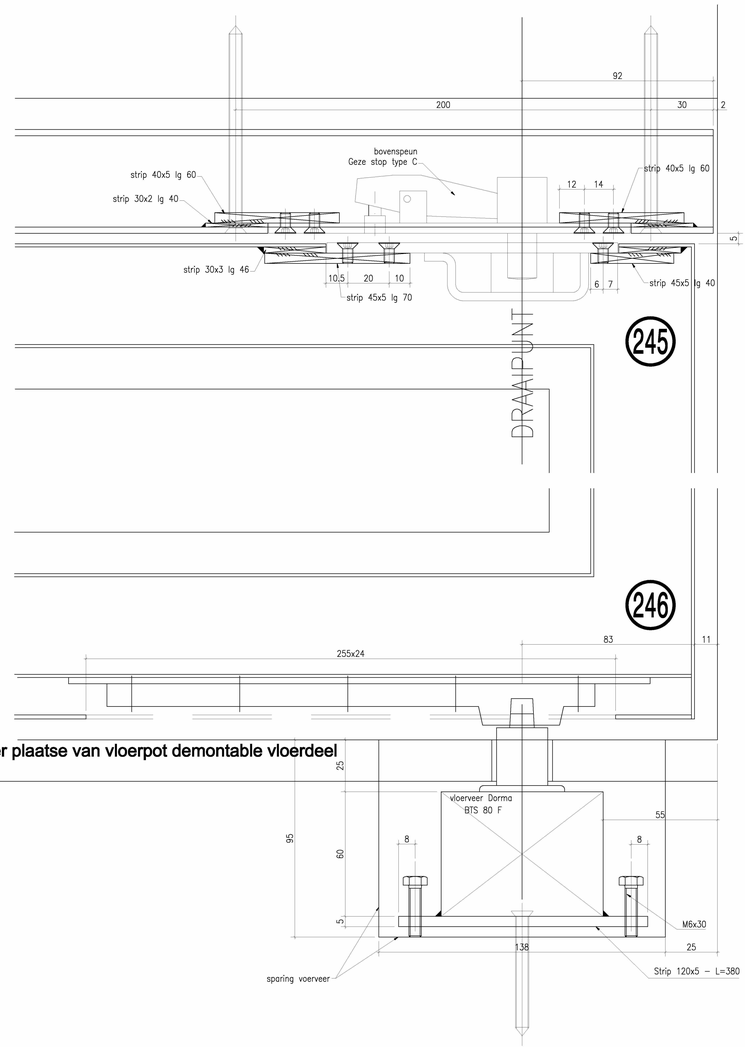
M.H.B. bv

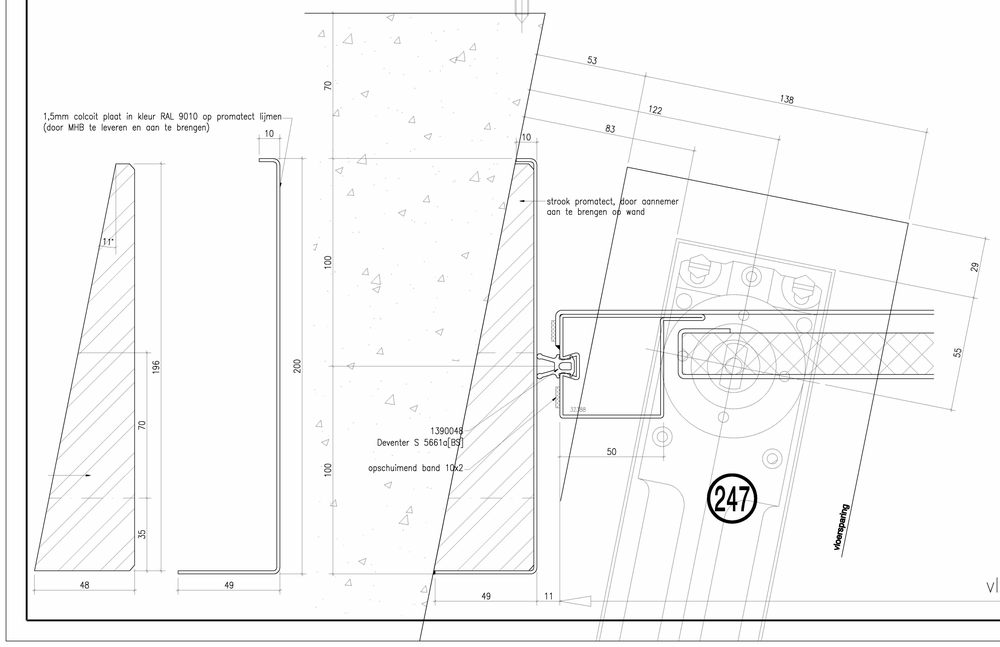
M.H.B. b.v.
tel [redacted]
www.mnb.nl
Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 452022
[redacted]@mhb.nl

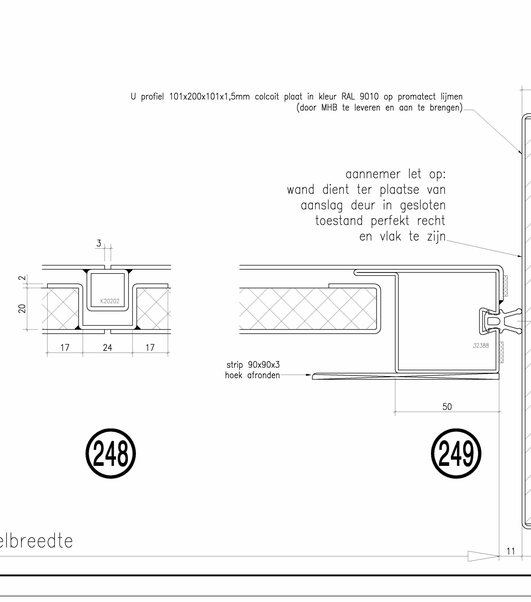
Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [redacted]	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie B5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie B5000	Getekend: [redacted] Datum: 7-03-2017
Gewijzigd A B C D E F Datum 22/3 18/4	
Inhoud tekening: Details wanddeur op tek. 5104.	W.O. 622225 TEK. X5 Deelorder:











definitief

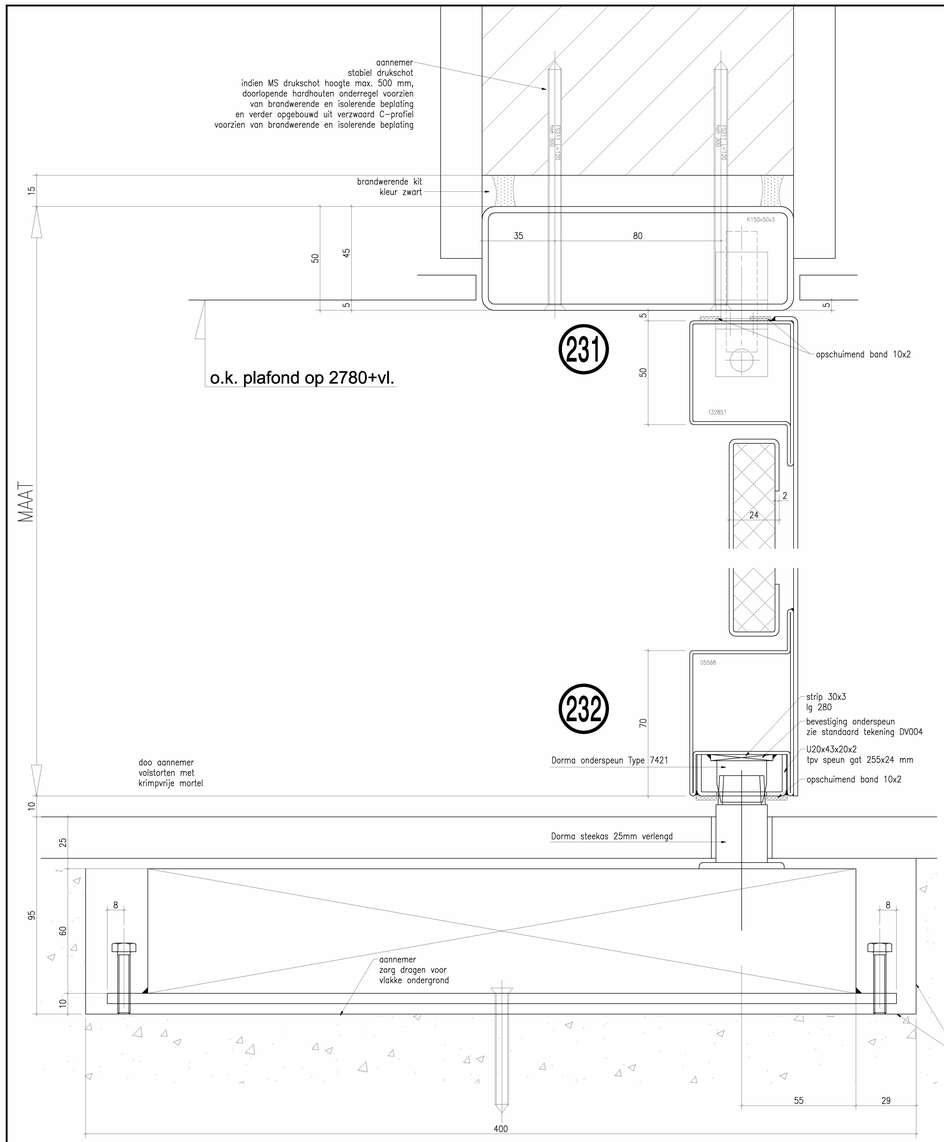
MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK

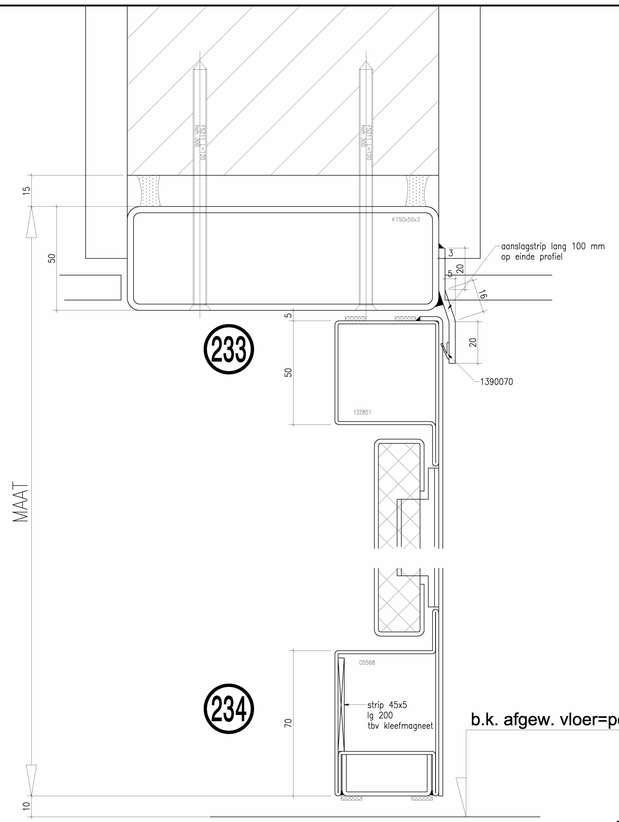
M.H.B. bv

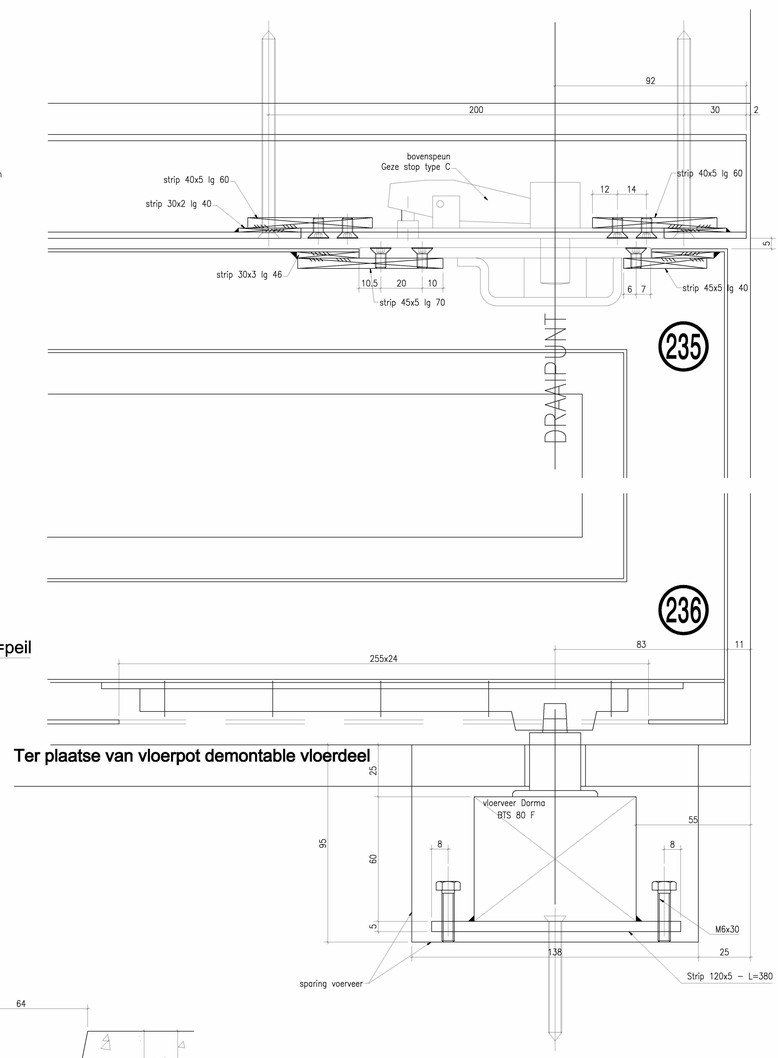
M.H.B. b.v.
tel: 9.1.2.e
www.mhb.nl

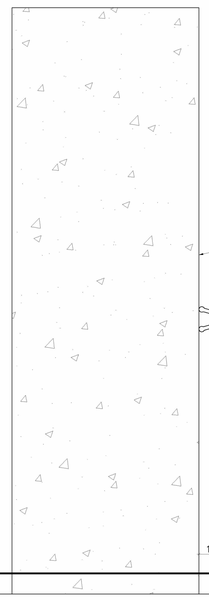
Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 452022
9.1.2.e @mhb.nl

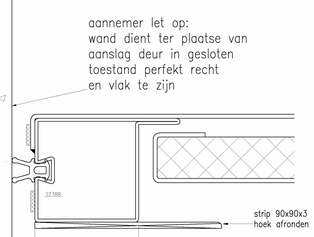
Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De 9.1.2.e	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie B5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie B5000	Getekend: 9.3.5.e Datum: 8-03-2017
Gewijzigd: A B C D E F	
Datum: 22/3 18/4	
Inhoud tekening: Details wanddeuren op tek. 5105.	W.O. 622225 TEK. Y5 Deelorder:

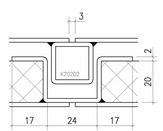


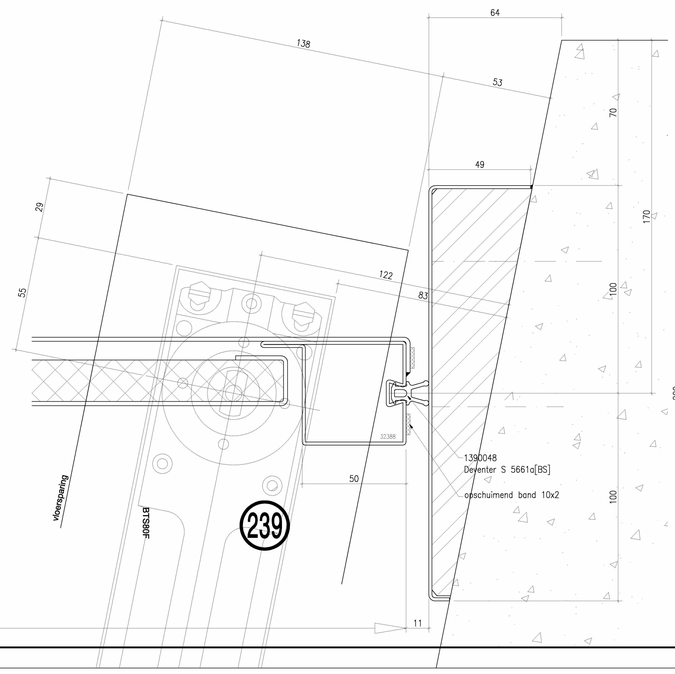


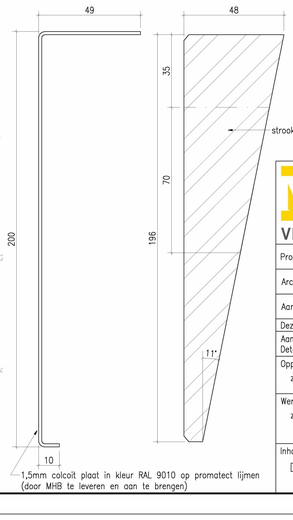












definitief

MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK

M.H.B. bv

M.H.B. b.v.
[redacted]
tel [redacted]
www.mhb.nl

Postbus 6 6674 ZG
6674 ME Herveld
fax: 452022
[redacted]@mhb.nl

Project: Cruquius Amsterdam	
Architektenburo: van den Berg Bouwkundigen	
Aannemer: De [redacted]	
Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v.	Auteursrecht voorbehouden
Aanzichten: van buiten gezien Details: onder is buiten, links is buiten	Aanzichten 1 : 20 Details 1 : 1 Maten in mm
Oppervlaktebehandeling: zie B5000	Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):
Werkzaamheden op bouwwerk: zie B5000	Getekend: [redacted] Datum: 8-03-2017
	Gewijzigd A B C D E F Datum 22/3 18/4
Inhoud tekening: Details wanddeuren op tek. 5106.	W.O. 622225 TEK. Z5 Deelorder:

Bijlage 8 Rapport Pieters Bouwtechniek constructieve uitgangspunten en berekeningen

Pieters
BOUWTECHNIEK

Pieters Bouwtechniek
5.1,2,e
5.1,2,e Delft
015-219 0300

Postbus 1047
2600 BA Delft

info@pbt-delft.nl
www.pietersbouwtechniek.nl

Hi-Con trappen kantoor 5.1,2,e Amsterdam

Constructieve uitgangspunten en berekeningen

Opdrachtgever:	Hi-Con Nederland
Architect:	5.1,2,e Architects
Opgesteld door:	ir. 5.1,2,e
Projectleider:	ir. 5.1,2,e
Datum:	10 november 2016, b: 21 april 2017
Versie:	Definitief, b: 21 april 2017
Ref.:	R-316-071-W-01b
Paraaf:	



Pieters
BOUWTECHNIEK

Datum: 10 november 2016, b: 21 april 2017 | Project: Hi-Con trappen kantoor 5.1,2,e Amsterdam | Betreft: Constructieve uitgangspunten en berekeningen | Ref.: R-316-071-W-01b

Inhoudsopgave

1 Algemeen 4
1.1 Inleiding 4
1.2 Projectgegevens 4
1.3 Projectomschrijving 4
1.4 Leeswijzer 6
2 Uitgangspunten 7
2.1 Normen en voorschriften 7
2.2 Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën 7
2.3 Blijvende belastingen 7
2.4 Veranderlijke belastingen 8
2.5 Horizontale belastingen op vloerafscheidingen 8
2.6 Brandeisen constructie 8
2.7 Temperatuurbelasting 9
2.8 Vervormingen en trillingen 9
2.9 Krimp en kruip 9
2.10 Project specifieke eisen 9
3 Compact Reinforced Composite (CRC i2) 10
3.1 Omschrijving van het materiaal 10
3.2 Duurzaamheid 10
3.3 Bouwfysica 10
3.4 Materiaaleigenschappen CRC i2 11
3.5 Rekenmethodiek CRC 11
3.5.1 Sterkte eigenschappen 11
3.5.2 Duurzaamheid en dekking 11
3.5.3 Brandwerendheid 12
3.5.4 Afschuifcapaciteit CRCi2 12
3.5.5 Scheurwijdte beperking 12
3.5.6 Vervorming 13
3.5.7 Staafafstanden 14
3.5.8 Verankeringslengte CRCi2 15
3.5.9 Beugelwapening 16
3.5.10 Ingestorte ankers 17
4 Berekening Hi-con hoofdtrappen 18
4.1 Algemeen 18
4.2 Constructief systeem 18
4.2.1 Uitgangspunten 18
4.2.2 Mechanica schematisering 18
4.3 Belastingen 20
5.1,2,e Belastingcombinaties 20
4.5 Modellering systeemgedrag 21
4.6 Controle trekstang 23
4.6.1 Controle trekstang gebruikssituatie 23
4.6.2 Controle trekstang brandwerendheid 60 min. 24
4.7 Controle oplegkoker 29
4.7.1 Controle oplegkoker gebruikssituatie 29
4.7.2 Controle oplegkoker brandwerendheid 60 min. 30
4.8 Berekening trapdelen 31

4.8.1 Berekening trapdelen gebruikssituatie ... 32
4.8.2 Berekening trapdelen brandwerendheid 60 min ... 35
4.9 Berekening trede ter plaatse van oplegpunten ... 5.1.2.e
4.10 Oplegreacties op hoofddraagconstructie ... 45
4.11 Berekening details trapdelen, oplegkokers en trekstangen ... 46
4.11.1 Overzicht berekende details ... 46
4.11.2 Bevestiging oplegkoker aan trekstang ... 47
4.11.3 Doorkoppeling trekstangen ... 50
4.11.4 Bevestiging trapelementen op oplegkoker ... 51
4.11.5 Koppeling trapdelen onderling ... 53
4.11.6 Bevestiging trekstangen in dakvloer ... 55
4.11.7 Bevestiging tegen vloeren ... 58
4.11.8 Bevestiging glazen en stalen gevel middelste trappen ... 58
4.11.9 Bevestiging balustrade buitenste trappen ... 58
4.11.10 Verbindingen bij brand ... 58
4.12 Hijsen elementen ... 59
5 Berekening Hi-con schuine trappen ... 60
5.1 Algemeen ... 60
5.2 Constructief systeem ... 60
5.2.1 Uitgangspunten ... 60
5.2.2 Mechanica schematisering ... 60
5.3 Belastingen ... 61
5.4 Controle trekstang ... 62
5.5 Controle oplegkoker ... 62
5.6 Berekening trapdelen ... 63
5.7 Berekening trede ter plaatse van oplegpunten ... 65
5.8 Oplegreacties op hoofddraagconstructie ... 66
5.9 Berekening details trapdelen, oplegkokers en trekstangen ... 67
5.9.1 Overzicht berekende details ... 67
5.9.2 Bevestiging oplegkoker aan trekstang ... 68
5.9.3 Doorkoppeling trekstangen ... 68
5.9.4 Koppeling trapdelen onderling ... 68
5.9.5 Bevestiging trekstangen aan dak ... 69
5.9.6 Bevestiging tegen vloeren ... 70
5.9.7 Bevestiging balustrade ... 72
5.10 Hijsen elementen ... 72
6 Berekening bordessen schuine trappen ... 73
6.1 Algemeen ... 73
6.2 Constructief systeem ... 73
6.2.1 Uitgangspunten ... 73
6.2.2 Mechanica schematisering ... 73
6.3 Belastingen ... 74
6.4 Controle trekstang ... 75
6.5 Controle oplegkoker ... 75
6.6 Berekening bordessen ... 76
6.7 Oplegreacties op hoofddraagconstructie ... 78
6.8 Berekening details trapdelen, oplegkokers en trekstangen ... 78
6.8.1 Overzicht berekende details ... 78
6.8.2 Bevestiging oplegkoker aan trekstang ... 79

6.8.3 Doorkoppeling trekstangen ... 79
6.8.4 Koppeling trap en bordes ... 79
6.8.5 Bevestiging trekstangen aan dak ... 79
6.8.6 Bevestiging tegen vloeren ... 79
6.8.7 Tussensteunpunt bordes ... 79
6.8.8 Bevestiging balustrade ... 80
6.9 Hijsen elementen ... 80
7 Berekening wand- en plintelementen ... 81
7.1 Algemeen ... 81
7.2 Constructief systeem ... 81
7.2.1 Uitgangspunten ... 81
7.2.2 Mechanica schematisering ... 81
7.3 Belastingen ... 81
7.4 Berekening wandelementen ... 82
7.5 Berekening plinten ... 83
7.6 Oplegreacties op hoofddraagconstructie ... 83
7.7 Details wand- en plintelementen ... 85
7.8 Hijsen elementen ... 86
Bijlage 1 Brief Second Opinion 5.1.2,e ... 87
Bijlage 2 Uitdraai TS/Raamwerken systeemtrappen en trekstangen ... 89
Bijlage 3 Documentatie Multifire ... 90
Bijlage 4 Overzicht vervorming hangstaven bij brand ... 91
Bijlage 5 Uitdraai Brawesta berekening brandwerendheid strip 60x100 ... 92
Bijlage 6 Uitdraai TS/Liggers stalen oplegkoker ... 93
Bijlage 7 Uitdraai Brawesta berekening brandwerendheid oplegkoker ... 94
Bijlage 8 Rekensheets trapdelen ... 95
Bijlage 9 Uitdraai verplaatsingen t.p.v. oplegpunt trapdelen TS/Raamwerken en TS/Liggers ... 96
Bijlage 10 Overzicht vervormingen systeemtrappen en hangstaven bij brand ... 97
Bijlage 11 Rekensheets oplegging onderste traptrede ... 98
Bijlage 12 Details trapdelen, oplegkokers en trekstangen ... 99
Bijlage 13 Rekensheet berekening sluitplaat ... 100
Bijlage 14 Uitdraai TS/Liggers stalen oplegkoker – schuine trappen ... 101
Bijlage 15 Rekensheets trapdelen – schuine trappen ... 102
Bijlage 16 Rekensheets oplegging bovenste traptrede – schuine trappen ... 103
Bijlage 17 Uitdraai Hilti berekening ankers in betonvloer ... 104
Bijlage 18 Uitdraai TS/Liggers stalen oplegkoker - bordessen ... 105
Bijlage 19 Rekensheets bordessen ... 106
Bijlage 20 Rekensheets wandelementen ... 107
Bijlage 21 Details wand- en plintelementen ... 108
Bijlage 22 Staaltekening hangstaven Moeskops ... 109

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Bij de nieuwbouw van het kantoor voor 5.1,2,e te Amsterdam worden Hi-con trappen en wandelementen toegepast. Dit zijn zeer dunne elementen, gemaakt van Compact Reinforced Composite (CRC). Dit materiaal is ontwikkeld in Denemarken en is een betonmengsel waarmee betonnen elementen kunnen worden gewapend met een relatief hoog percentage aan betonstaal in combinatie met staalvezels. Het beton is hierdoor niet alleen zeer sterk, maar beschikt ook over een aanzienlijke taaiheid.

Het ontwerp voor de Hi-Con elementen is gemaakt door Pieters 5.1,2,e in samenwerking met de Deense producent Hi-Con, die reeds uitgebreide ervaring heeft met dunne balkons en galerijen in Denemarken. De Deense principes zijn door Pieters Bouwtechniek aangepast voor de Nederlandse situatie. Sinds 2009 zijn meerdere projecten in Nederland gerealiseerd, waaronder 5.1,2,e in Bilthoven waarmee in 2013 de Betonprijs is gewonnen.

De berekeningen van de Hi-Con elementen zijn gemaakt volgens de Eurocode. De rekenmethodiek van het CRC beton is beoordeeld in een second-opinion door professor Walraven van de TU Delft. 5.1,2,e is een autoriteit op het gebied van betonconstructies en onder andere voorzitter van de internationale fib Task Group TG 8.6 "Ultra High Strength Concrete".

1.2 Projectgegevens

Project	Hi-Con trappen kantoor 5.1,2,e
Opdrachtgever	Hi-Con Nederland
5.1,2,e	Architects
Adviseur bouwfysica	DGMR
Adviseur brand	DGMR
Adviseur constructies	Zonneveld Ingenieurs

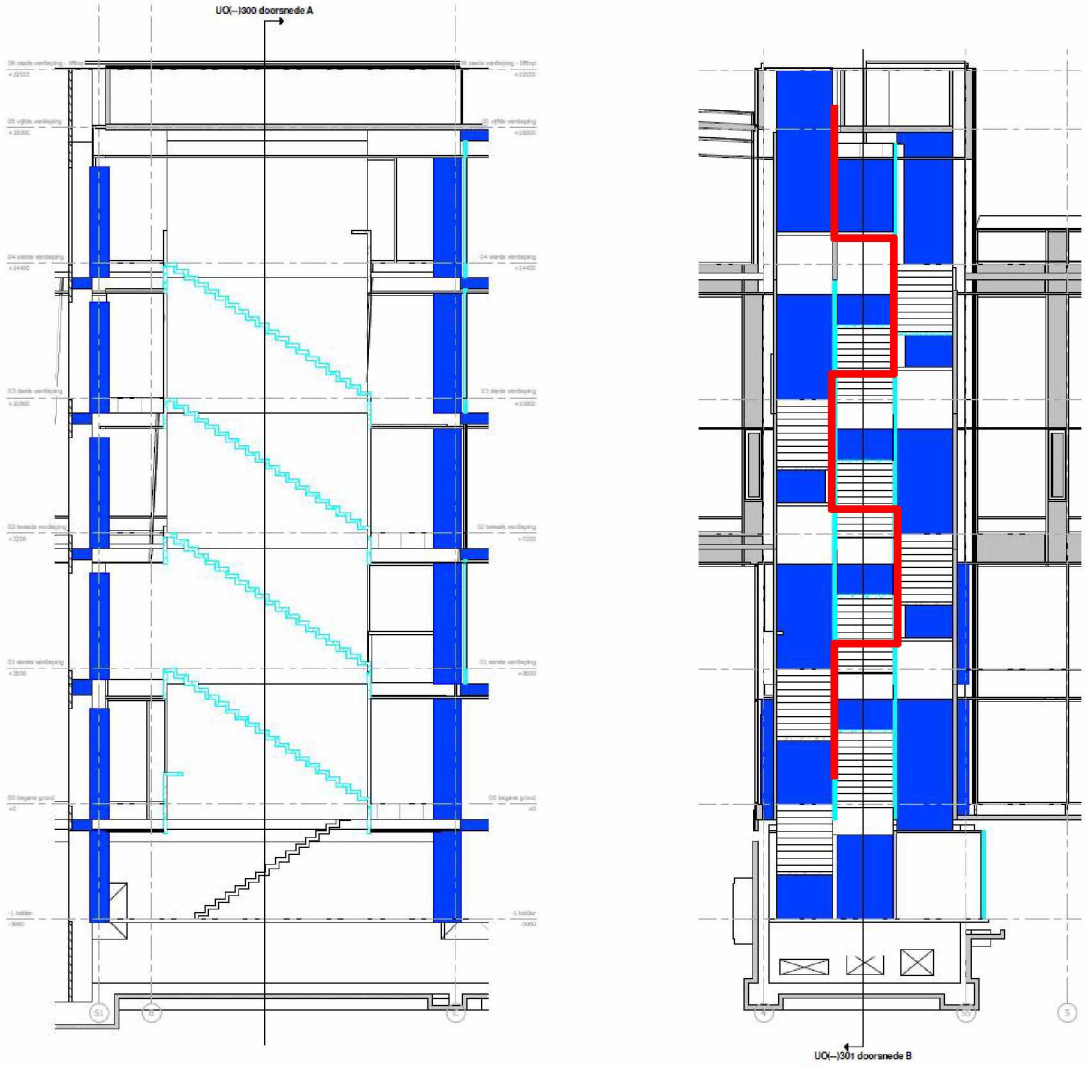
1.3 Projectomschrijving

In het nieuwe kantoor van Amvest worden Hi-Con muizentrappen toegepast. De trappen in het hoofdtrappenhuis lopen van de kelder tot de vierde verdieping en worden halverwege de overspanning van ca. 5,5 meter (horizontaal gemeten) met trekstangen aan het dak opgehangen. Er bevinden zich 3 trappen naast elkaar, opgehangen tussen 4 trekstangen. De trappen worden in het midden gedeeld waardoor de losse elementen een afmeting hebben van ca. 1,5 meter x 2,8 meter, de delen worden in het werk gekoppeld met ingelijmde ankers, ter plaatse van het tussensteunpunt. De trapdelen worden geplaatst en gesteld op kokerprofielen die tussen de trekstangen worden bevestigd. Trappen en trekstangen vormen één systeem dat voldoende stijf moet reageren.

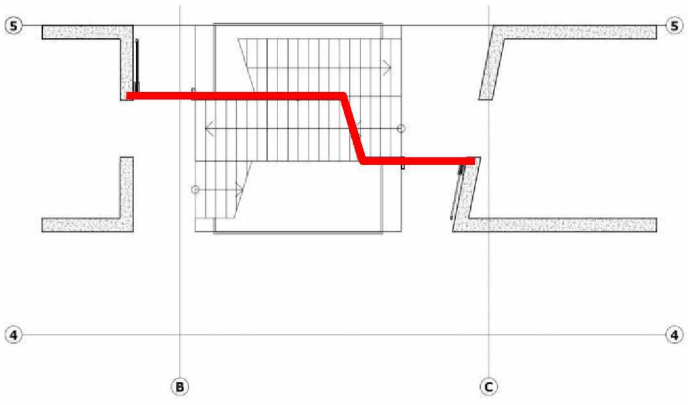
Door het trappenhuis loopt een brandscheiding, de trappen maken daar onderdeel van uit. De brandscheidende gevel bevindt zich aan één zijde van de middelste trappen en verspringt per verdieping. Er wordt een brandwerende glazen wand in een stalen profiel tegen de zijkant van de trap bevestigd. In het aansluitingsdetail moet rekening gehouden worden met de maximale vervorming die optreedt tijdens brand, zodat de aansluiting brandwerend blijft.
Tegen de andere zijde van de middelste trappen worden geperforeerde stalen gevels bevestigd. De overige trappen, aan de buitenzijde, krijgen in principe normale balustrades.

Rond de trappen van het hoofdtrappenhuis bevinden zich ook verschillende Hi-Con wandelementen, deels tussen vloer en plafond bevestigd, deels ingeklemd tegen de hoofdconstructie onder de vloeren.

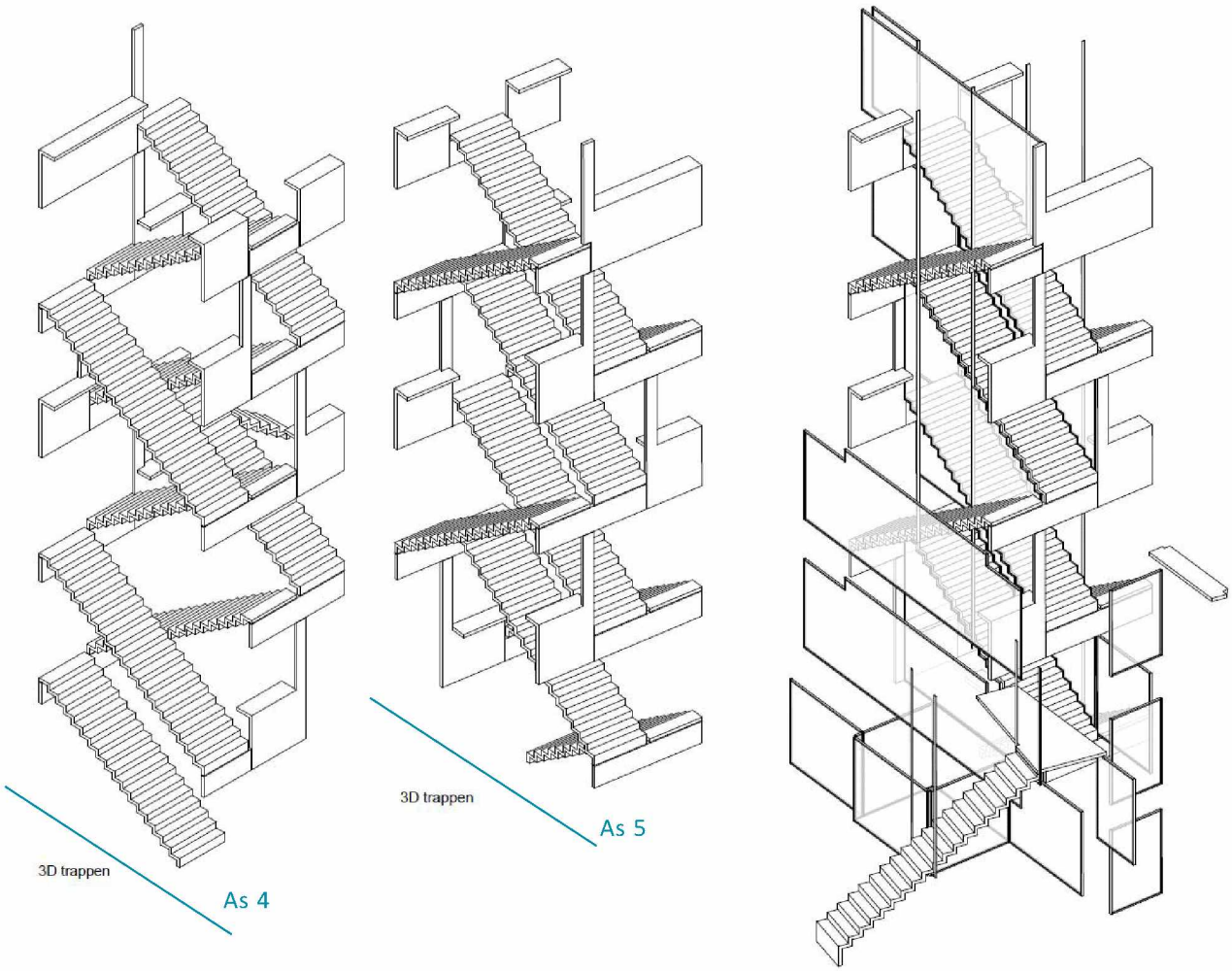
Hieronder enkele doorsneden, plattegronden en een 3D afbeelding van het hoofdtrappenhuis.



Doorsnedes trappenhuis, links in blauw de middelste trappen en rechts in rood aangegeven de per verdieping verspringende brandscheiding



Plattegrond trappen met daarin in rood de brandscheiding.



De drie trappen van het hoofdtrappenhuis in 3D, van twee kanten bekeken, met uiterst rechts ook de trekstangen en omliggende wanden en trappen

Uitwerking door derden:
De ondersteunende vloerconstructies en de verbinding met de vloerrand, de brandscheidende wanden tussen de trappen en bijbehorende verbindingen zullen door de hoofdconstructeur, brandadviseur en/of leverancier worden uitgewerkt.
NB: Aandachtspunt hierbij is vooral de vervorming die optreedt bij brand, de verlenging van de trekstang door thermische uitzetting heeft hier het grootste aandeel in.

1.4 Leeswijzer

Deze rapportage bevat de constructieve uitgangspunten en de berekening van de Hi-Con trappen van het hoofdtrappenhuis voor kantoor 5.1,2,e te Amsterdam.

2 Uitgangspunten

2.1 Normen en voorschriften

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

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

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

2.2 Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën

Volgens NEN – EN 5.1,2,e NEN-EN 1991-1-7 geldt voor de nieuwbouw:

Gevolgklasse	CC2b (Woongebouwen, hotels en kantoorgebouwen met 5 of meer bouwlagen)
Ontwerplevensduur	klasse 3 (ontwerplevensduur = 50 jaar)
Gebouwcategorie	Categorie B (kantoorruimtes)

In uiterste grenstoestand STR gelden de volgende partiële factoren:

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

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

2.3 Blijvende belastingen

Voor de permanente belastingen wordt aangehouden:

Volumieke massa CRC:	$\gamma = 27\ kN/m^3$	
Afscheiding trappen, staalplaat:	$g = 0,50\ kN/m^2$	(Conform opgave derden)
Afscheiding trappen, glas:	$g = 0,50\ kN/m^2$	(Conform opgave derden)

2.4 Veranderlijke belastingen

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

Klasse van belaste oppervlakte	Verdeelde belasting q_k		Geconcentreerde belasting Q_k*		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klasse B-ontsluitingswegen (kantoren)	3,00	kN/m²	3,00	kN	0,5	0,5	0,3

* De puntlast moet standaard worden aangebracht op A=100x100 mm, bij ontsluitingswegen op A=500x500 mm

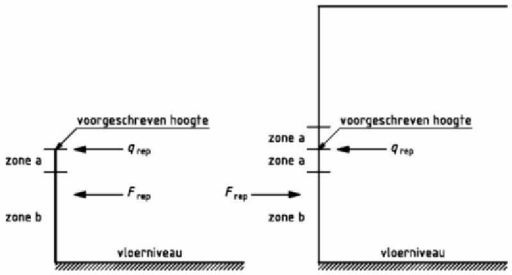
Aangehouden is een belasting van 3,0 kN/m²

2.5 Horizontale belastingen op vloerafscheidingen

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

Ruimte	q_{rep}		F_{rep}					
	Voorgeschreven hoogte of zone a		Voorgeschreven hoogte of zone a		Zone b		Zone a + b	
Overige ruimten	0,80	kN/m	1,00	kN	0,70	kN	0,50	kN
Opmerking: de belasting voor zone a+b is niet van toepassing op afscheidingen langs trappen.								

Voor de stootbelastingen op vloerafscheidingen gelden de eisen volgens bijlage NB.B van NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011.
De voorgeschreven hoogte is 1,0 m



Indeling vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil

2.6 Brandeisen constructie

De Hi-Con trappen en wandelementen maken deel uit van de scheiding tussen brandcompartimenten, er geldt daarom een minimale brandwerendheid van 60 min. volgens opgave DGMR.

2.7 Temperatuurbelasting

Niet van toepassing, alle elementen bevinden zich in een binnenklimaat met geringe temperatuurschommelingen.

2.8 Vervormingen en trillingen

Volgens NEN – EN 1990/NB geldt voor de toelaatbare vervormingen in de frequente belastingcombinaties:

Maximale toelaatbare verticale vervormingen van vloeren:
- Totale doorbuiging ≤ 0,004 x ℓ_{rep}
- Bijkomende doorbuiging ≤ 0,003 x ℓ_{rep}

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

Er wordt geen zeeg toegepast.

Maximale toelaatbare vervorming van afscheidingen ter plaatse van een hoogteverschil:
– u 20mm (doorbuiging van bovenrand en baluster tezamen)

2.9 Krimp en kruip

Met krimp van de prefab elementen (ca. 0,1%) wordt waar relevant bij de productie rekening gehouden.

Met kruip wordt rekening gehouden in de berekeningen van de vervormingen.

2.10 Project specifieke eisen

Tegen de zijkant van de trappen worden brandwerende glazen gevels en stalen geperforeerde gevels bevestigd. Bij de uitwerking van de aansluitdetails moet rekening worden gehouden met de doorbuiging van het systeem van Hi-Con trappen en trekstang.
Bijzondere aandacht gaat uit naar de aansluiting tussen glazen gevel en trap, die in geval van brand en bijbehorende doorbuiging van de trappen voldoende brandwerend moet zijn.

3 Compact Reinforced Composite (CRC i2)

3.1 Omschrijving van het materiaal

Compact Reinforced Composite(CRC) is een zogenaamd "high performance concrete" dat is ontwikkeld door Aalborg Portland A/S in 1986.CRC heeft een zeer hoge druksterkte en een extreem hoge duurzaamheid. De toevoeging van staalvezels aan het mengsel zorgt voor een zeer taai materiaal en maakt het mogelijk om de wapening dicht op elkaar te plaatsen met een zeer kleine dekking. Constructies van CRC kunnen hierdoor worden ontworpen met zeer kleine doorsnedes.

De samenstelling van CRC kan worden gevarieerd door bijvoorbeeld verschillende types toeslagmaterialen en andere types en hoeveelheden aan vezels toe te passen. De meest toegepaste samenstelling is een mortel met kwartszand, tot 6 vol.% staalvezels en een water/cementfactor van 0,16. Dit mengsel is onderzocht en getest in een groot aantal internationale onderzoeksprojecten op het gedrag bij buiging, afschuiving, corrosie, vermoeiing, brandwerendheid, krimp en kruip. De meest toegepaste vezels hebben een lengte van 12mm en een diameter van 0,3mm. Het vezelaandeel wordt per project bepaald afhankelijk van de benodigde taaiheid van het materiaal.

3.2 Duurzaamheid

CRC is extreem dicht en heeft geen capillaire poriën (alleen gel poriën) met als gevolg een zeer lage doorlatendheid. In een proefopstelling is de indringing van chloride-ionen op een zwaar belaste constructie onderzocht. Hieruit volgde dat zelfs bij zeer grote spanningen de mate van chloride indringing niet sneller optreedt dan bij onbelaste proefstukken. Het aantal microscheuren neemt toe met zwaardere belastingen, maar deze zijn zo klein dat chloride-ionen er niet kunnen indringen. Uit de test volgde dat zelfs met extreem hoge chloride-belasting het meer dan 100 jaar duurt voordat de chloride de wapening heeft bereikt. Zelfs met een dekking van slechts 10 mm.

Corrosie van de wapening door transport van water of zuurstof treedt niet op. CRC is gebruikt voor afdekking van afvoeren in de tunnels van de 5.1,2,e in Denemarken met slechts 10 mm dekking op de wapening. Ondanks dat de afdekkingen zijn blootgesteld aan zout water hebben ze een levensduur van 100 jaar.

3.3 Bouwfysica

Bij berekeningen van koudebruggen kan voor het CRC dezelfde eigenschappen worden aangehouden als voor normaal beton.

3.4 Materiaaleigenschappen CRC i2

Vezels:	min. 1,4% 0,3mm RVS type 1.4301
Karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen:	f_{ck} = 110 N/mm²
Rekenwaarde druksterkte (γ_C = 1,5 en α_{cc} = 1,0):	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ = 73,3 N/mm²
Gemiddelde waarde van de buigtreksterkte:	$f_{ctm,fl}$ = 6,7 N/mm²
Karakteristieke waarde van de axiale treksterkte:	f_{ctk} = 5 N/mm²
Rekenwaarde treksterkte (γ_C = 1,5):	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ = 3,33 N/mm²
Secans-elasticiteitsmodulus:	E_{cm} = 42.000 N/mm²
Eindwaarde van de kruipcoëfficiënt:	$\varphi(\infty,t_0)$ = 1,3
Dichtheid:	γ = 27 kN/m³
Rekenwaarde vloeigrens wapening:	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = 435 N/mm²
Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus:	E_s = 200.000 N/mm²

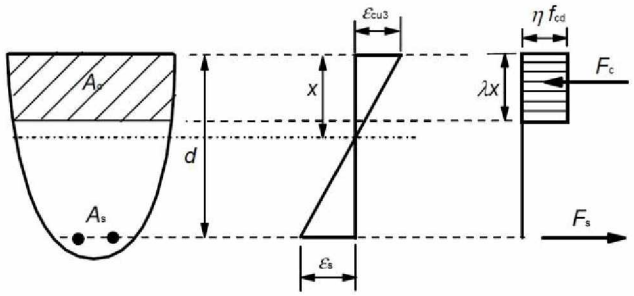
Opmerkingen:
De eindwaarde van de kruipcoëfficiënt $\varphi(\infty,t_0)$ = 1,3 geldt voor beton van minimaal 14 dagen oud. Voor ouder beton gaat deze coëfficiënt naar de 1,0.

3.5 Rekenmethodiek CRC

De berekeningen worden uitgevoerd volgens de EC 1990‡1 en 1991‡1 en in overeenstemming met de Nederlandse Nationale Bijlagen. Over het algemeen wordt EN 1992‡1 toegepast, met enkele afwijkingen in verband met de specifieke materiaaleigenschappen van CRC. De belangrijkste afwijkingen zijn:

3.5.1 Sterkte eigenschappen

CRC heeft een hogere druksterkte en stijfheid dan normaal beton volgens tabel 3.1 van EC1992. CRC heeft over het algemeen een één-assige karakteristieke druksterkte van 110 MPa, zonder reductie voor brosheid (η=1.0). In de druk-zone wordt een rechthoekige spanningsverdeling aangenomen met λ=0,8.



Figuur 3.5 — Rechthoekige spanningsverdeling

3.5.2 Duurzaamheid en dekking

CRC beton heeft een zeer hoog gehalte fijne deeltjes (cement en micro silica) en een zeer lage water/cement ratio (w/c ≤ 0.18) en is als gevolg daarvan zeer dicht, met zeer goede hechting van het beton aan de wapening. Hierdoor kan een zeer lage dekking worden toegepast, zelfs in zeer agressieve milieus, zoals XD3, XS3 en XF4, zoals benoemd in EC 1992‡1 tabel 4.1. Over het algemeen wordt een dekking van 15 ± 5 mm toegepast.

3.5.3 Brandwerendheid

Berekening van het uiterste draagvermogen bij brand wordt (indien nodig) uitgevoerd volgens EC 1992 (berekening van de gereduceerde dwarsdoorsnede en gereduceerde materiaaleigenschappen), waarbij gebruik wordt gemaakt van de standaard brandkromme. In de berekeningen worden de temperaturen genoemd ter vergelijking.

Elementen van CRC zijn van zichzelf minimaal 30 minuten brandwerend.

3.5.4 Afschuifcapaciteit CRCi2

Door het hoge aandeel vezels heeft CRC een significant hogere afschuifcapaciteit dan normaal beton en is over het algemeen geen wapening nodig ten behoeve van afschuiving.

Voor de afschuifcapaciteit van CRC balken geldt de volgende formule:

$$\tau_u = (0{,}05 + 1{,}25\Phi_w) f_c \leq 0{,}1 f_c$$

waarbij $\Phi_w = A_{ss}/b_w d$ staat voor de aanwezige dwarskrachtwapening.

De opneembare schuifspanning zonder dwarskrachtwapening is: $\tau_u = 0{,}05 f_c = 5{,}50\ N/mm^2$

Voor platen wordt de afschuifcapaciteit zonder dwarskrachtwapening in de meeste gevallen begrensd tot een lagere (zeer veilige) waarde, die bijna geheel bestaat uit het betonaandeel en slechts een gering aandeel voor de vezels.

De afschuifcapaciteit van CRC-platen zonder dwarskrachtwapening:

$$v_{min} = f_{ctd}\left(0{,}7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \not< 0{,}45 f_{ctd} = 1{,}50\ N/mm^2$$

Bij constructies die wel dwarskrachtwapening nodig hebben wordt voor het bepalen van de dwarskrachtwapening de rekenmethode van NEN-EN-1992-1-1 aangehouden met de materiaaleigenschappen van CRC. Het effect van de vezels wordt hierin niet meegenomen.

3.5.5 Scheurwijdte beperking

Het materiaal is in de gebruiksfase vrijwel scheurvrij. De vezels zorgen ervoor dat er geen scheuren met een scheurwijdte groter dan 0,1mm optreden. Als elementen tot bezwijken worden belast ontstaan er continu nieuwe microscheuren en pas als de wapening plastisch vloeit (dus vlak voor bezwijken) neemt de scheurwijdte toe. Aan de scheurvorming hoeft dus niet te worden gerekend.

3.5.6 Vervorming

Voor langdurige belasting van CRC wordt de effectieve elasticiteitsmodulus bepaald door:

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cn}}{1+\varphi_{\infty,t}}$$, waarbij $\varphi_{\infty,t}$ is 1,3 voor belasting bij een ouderdom van 14 dagen (M_{20}).

De hoge treksterkte van de CRC matrix wordt in rekening gebracht bij de bepaling van het traagheidsmoment van de doorsnede. Tot een trekspanning van 5,0 MPa kan de CRC matrix als ongescheurd worden beschouwd.

Het effectieve traagheidsmoment wordt berekend volgens EC 19921 met:

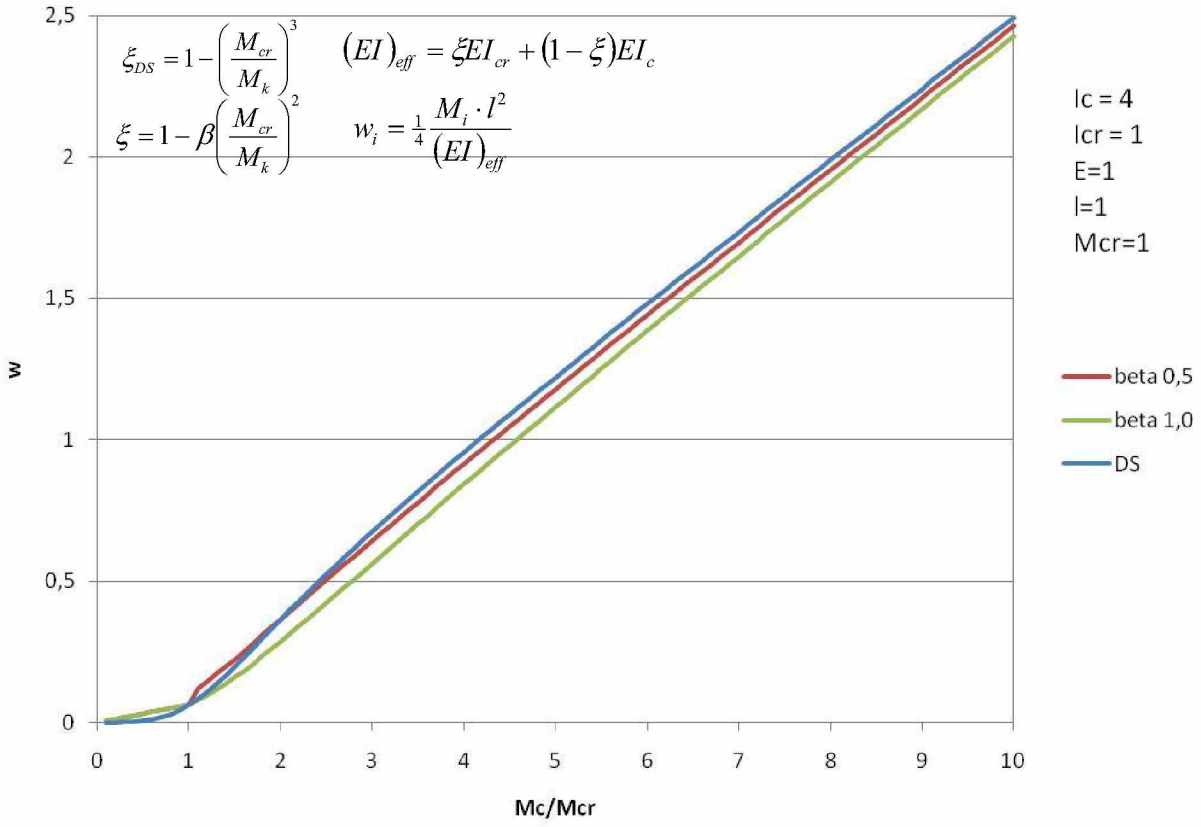
$$(EI)_{eff} = \xi EI_{cr} + (1-\xi)EI_c$$, waarbij $\xi = 1-\beta\left(\frac{M_{cr}}{M_k}\right)^2$, waarbij

I_{cr} is het traagheidsmoment van de volledig gescheurde doorsnede, I_c van de ongescheurde doorsnede en β is een coefficiënt van 0,5 of 1,0 afhankelijk van de belastingsduur. M_{cr} is het scheurmoment (belasting waarbij de eerste scheur ontstaat) en M_k is het moment ten gevolge van de beschouwde belasting.

Ervaringen uit een groot aantal projecten in Denemarken van de afgelopen 10 jaar hebben een betrouwbare relatie (een veilige ondergrens) opgeleverd tussen berekende en gemeten vervormingen volgens een alternatieve formule voor de tension stiffening:

$$\xi_{DS} = 1-\left(\frac{M_{cr}}{M_k}\right)^3$$

Een vergelijking tussen deze empirisch bewezen oudere Deense formule en de nieuwere Eurocode formule wordt getoond in onderstaande grafiek voor zowel β = 0,5 als β = 1,0. Het kleinste verschil met de empirisch bewezen Deense formules wordt bereikt voor β = 0,5. Dit is ook de meest conservatieve benadering volgens de Eurocode. De Eurocode formule wordt gebruikt voor de doorbuigingsberekeningen met β = 0,5 voor zowel korte als lange termijn belastingen.



Grafiek: vergelijking van de berekende doorbuiging bij een referentie geval bij de empirisch bewezen Deense formule voor tension stiffening en de gelijkwaardige formule uit de Eurocode.

3.5.7 Staafafstanden

CRC is geschikt voor hoge wapeningspercentages en zeer kleine hart-op-hartafstanden van de wapening. Over het algemeen wordt de kleinste waarde van d_{max} + 5 mm of d_s gebruikt als minimale afstand tussen de wapeningsstaven in een doorsnede.

Waarbij:
- d_{max} de maximale korreldiameter (die varieert per mengsel), er geldt: $d_{max} \leq 8$mm
- d_s de staafdiameter

3.5.8 Verankeringslengte CRCi2

In CRC is een veel kortere verankeringslengte nodig dan in normaal beton. Het grote gehalte aan fijne delen (silica fume) resulteert in een groot contactoppervlak tussen het beton en de wapening en de vezels voorkomen scheurvorming in het beton rond de wapening, waardoor hoge spanningen kunnen worden opgenomen. Een groot aantal tests heeft geresulteerd in een empirische formule voor de berekening van de verankeringslengte van wapeningsstaven in CRC.

De verankeringslengte is afhankelijk van de staafdiameter, de dekking en de hoeveelheid dwarswapening (wapening in de dekking, dwars op de verankerde wapening).

$$\frac{\tau_u}{\sqrt{f_c}} = 0{,}5 + 0{,}7\frac{c}{d}\sqrt{\frac{d}{L}} + 17\emptyset_t$$

Onderstaande tabel geeft op basis van deze formule voor een aantal belastingen de benodigde verankeringslengte uitgaande van een dekking van 15 mm en geen dwarswapening.

Design load and anchorage length for c = 15 mm and no transverse reinforcement

Rebar	$N_{d;max}$ (kN)	$L_{Nd;max}$ (mm)	$N_{d;75\%}$ (kN)	$L_{Nd;75\%}$ (mm)	$N_{d;50\%}$ (kN)	$L_{Nd;50\%}$ (mm)
Ø6	12.3	80	9.2	55	6.1	30
Ø8	21.9	125	16.4	85	10.9	50
Ø10	34.2	170	25.6	120	17.1	75
Ø12	49.2	220	36.9	155	24.6	95
Ø16	87.5	315	65.6	230	43.7	145
Ø20	136.7	415	102.5	300	68.3	190
Steel B500 f_{yd} = 435 N/mm^2						

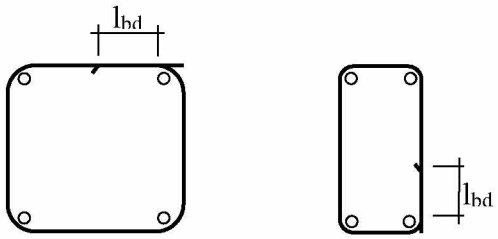
Bij grotere dekking en toepassing van dwarswapening is een kleinere verankeringslengte mogelijk.

Bovenstaande tabel is ook van toepassing op de overlappingslengte. I.v.m. de vezels is verhoging van de overlappingslengte conform NEN-EN1992-1-1 tabel 8.3 bij meer dan 50% overlappende staven niet van toepassing.

3.5.9 Beugelwapening

De detailleringsregels uit hoofdstuk 9 van EC1992-1 voor dwarskracht- en wringwapening zijn op CRC-elementen meestal niet van toepassing.

De in hoofdstuk 9 van EC1992-1-1 aanbevolen beugelvormen worden in de meeste gevallen niet gehanteerd. In plaats daarvan wordt uitgegaan van volledige verankering van de staven middels een overlappingslas. Dit is mogelijk door de zeer kleine verankeringslengte in CRC.



Voorbeelden beugelvormen in CRC.

Artikel 9.2.2 (8) geeft voor balken als regel voor de maximale hart-op-hartafstand van de benen van een serie dwarskrachtbeugels in dwarsrichting:

$s_{t,max} = 0{,}75d$

Artikel 9.3.2 (5) geeft voor platen als regel voor de maximale hart-op-hartafstand van de benen van een serie dwarskrachtbeugels in dwarsrichting:

$s_{t,max} = 1{,}5d$

De aanwezige vezels zorgen voor zeer goede herverdeling van krachten, waardoor in afwijking op de Eurocode voor CRC-elementen van plaatgeometrie kan worden uitgegaan indien $b \geq 2h$. Ook is er geen voorgeschreven minimale hoogte.

Voor de maximale hart-op-hart-afstand van de benen van een serie dwarskrachtbeugels in dwarsrichting wordt uitgegaan van:

$s_{t,max} = 0{,}75d(1 + b/2h) \leq 1{,}5d \leq 600mm$

3.5.10 Ingestorte ankers

Gezien de geringe dikte van veel constructies van CRC moeten vaak zeer korte ankers worden toegepast. Door de aanwezige staalvezels hebben instortankers die in CRC worden gestort al bij kleine ankerlengtes een zeer hoge capaciteit. Onderstaande tabel geeft conservatieve ontwerpwaarden op basis van trekproeven op ankers.

Dikwandig transportanker van Schroeder-ankers								
Type dxL	Materiaal	Afmetingen anker (mm)			Afstanden (mm)		Rekenwaarde trek in CRC (kN)	Plaatdikte bij c = 10mm
		L	g	e	hoh	tot rand		
M12x40	RVS	40	22	11	90	40	18	52
M12x48	RVS	48	25	11	90	40	20	60
M16x50	RVS	50	26	14	100	50	25	62
M16x56	RVS	56	28	14	100	50	25	68
M20x68	RVS	68	34	16	130	65	35	80
M24x77	RVS	77	40	18	150	75	45	89

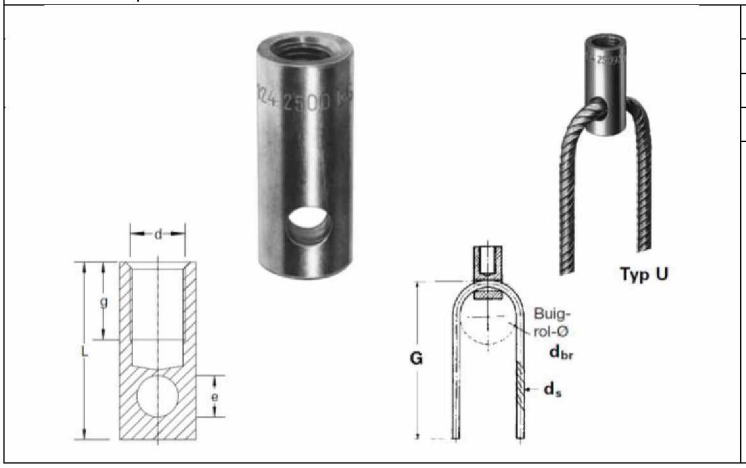
Standaard worden in buitensituaties ankers in RVS AISI 316 (1.4404) toegepast.

De rekenwaardes zijn gebaseerd op trekproeven. Hogere trekkrachten zijn mogelijk bij grotere randafstanden en/of met extra wapening rondom het anker. Kleinere randafstanden zijn mogelijk met extra wapening rondom het anker (M12 op 35 mm is toegepast). Voor ankers op de hoeken gelden lagere rekenwaardes (op 40 mm van beide randen is de rekenwaarden van M12x40 = 12 kN en van M12x48 = 19 kN).

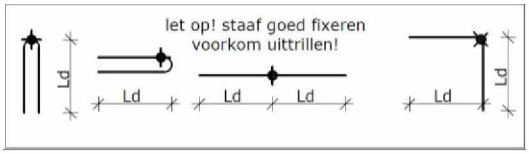
Voor de verankering is een horizontale staaf door het gat noodzakelijk. Dit kan een losse staaf zijn of een haarspeld. De oriëntatie van de staaf is niet van belang, zolang de staaf maar aan beide zijden volledig is verankerd. Vaak wordt een haarspeld van ca. 100 à 200mm toegepast omdat die makkelijk is te bevestigen aan het wapeningsnet.

Inbouwdiepte anker = lengte + 2mm breekpen + 10mm dekking. De dekking mag tot 5mm zijn bij RVS ankers. Verdiept (hijs)anker d.m.v. de Hakron-Terwa Knack spijkerplaat.

Let op: om te hijsen aan de M-ankers moeten de hijsogen metrische draad hebben. Het hijsoog is vaak maatgevend voor de capaciteit.



Verankering instortankers				
Type:	M12	M16	M20	M24
Staaf:	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14
Ld:	200mm	200mm	200mm	200mm



4 Berekening Hi-con hoofdtrappen

4.1 Algemeen

Voor de berekening van de wapening van de elementen wordt gebruikgemaakt van specifiek voor het materiaal CRC ontwikkelde Excel rekensheets.

4.2 Constructief systeem

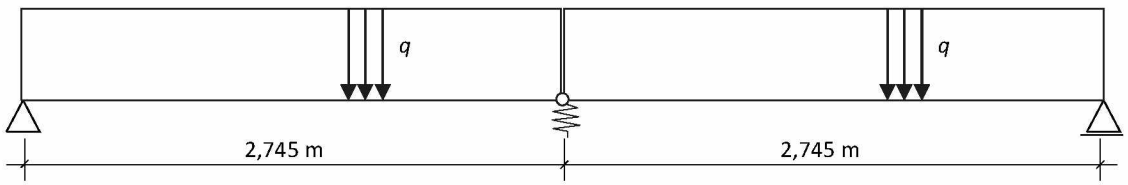
4.2.1 Uitgangspunten

- Trappen uit twee delen, met trekstang als tussensteunpunt
- Dikte 90 mm
- Breedte 1500 mm
- Per trapdeel:
  - 10 aantreden 270 mm
  - 10 optreden 180 mm
  - Maximale overspanning 2745 mm
- Milieuklasse XC1
- Dekking 15 mm
- Vezelpercentage 1,4 %
- Middelste trappen dragen brandwerende gevels (verticaal en horizontaal)
- Brandwerendheid 60 minuten

- Trekstangen 20x80 mm massief Invar staal, tussen opdekstrips 2x 20x80 massief staal (S355), bevestigd aan dakconstructie.
- Trekstang in delen, doorkoppeling met behulp van de S355 opdekstrips aan weerszijden
- Oplegkokers 80x120x6,3 (S355) tussen trekstangen waar de trappen op komen te liggen
- Staal 60 min. brandwerend schilderen; maximale toelaatbare staaltemperatuur na 60 minuten: 260 °C

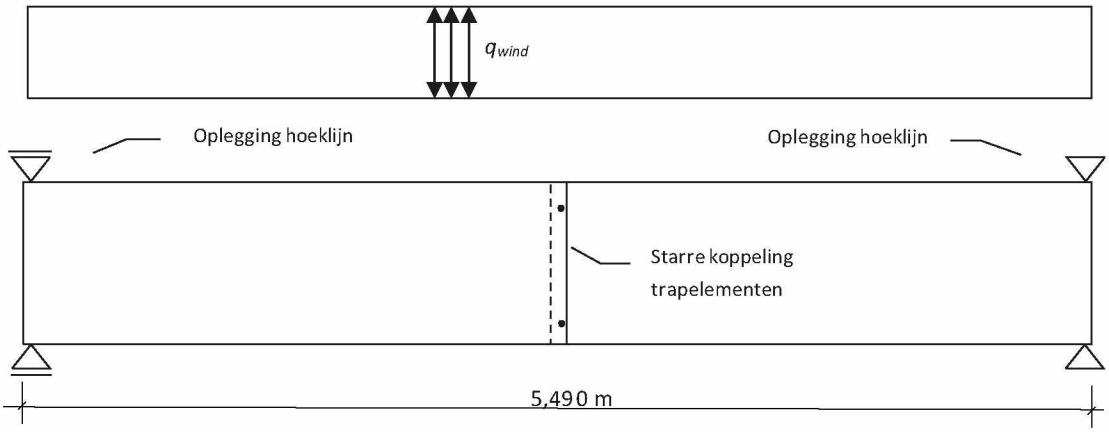
4.2.2 Mechanica schematisering

De trappen worden verticaal geschematiseerd, per deel, als ligger op twee steunpunten. Elk deel wordt aan een kant opgelegd ter plaatse van de vloer en aan de andere kant met een trekstang opgehangen aan het plafond. De trekstang functioneert als verend steunpunt:

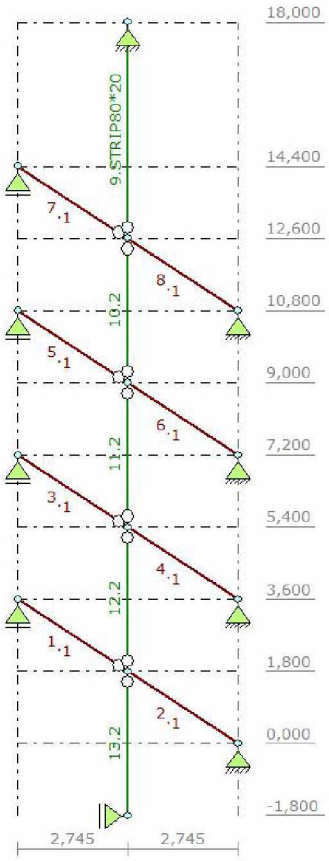


Mechanica schematisering, verticaal, met verende trekstang in het midden ter plaatse van de deling.

Horizontaal worden de trappen gefixeerd aan de vloeren aan weerszijden van de trap. Ter plaatse van de deling en trekstangen worden de trapdelen momentvast doorgekoppeld om horizontale stabiliteit te verzorgen en de brandwerende gevels horizontaal te steunen.



Mechanica schematisering, horizontaal



Mechanica schematisering gehele systeem van trappen en trekstang, verticaal

4.3 Belastingen

Belastingen op de trappen:

Eigen gewicht: $q_{,G} = 0{,}065 \cdot 27 = 1{,}76 \mathrm{kN/m^2}$
(incl. 5 mm toeslag)
Eigen gewicht per meter: $q_G = 1{,}5 \cdot 4{,}25 = 6{,}37\ kN/m$
Permanente belasting middelste trappen:
Glazen gevels: $q_G = 0{,}5 kN/m^2$
Stalen gevels: $q_G = 0{,}5 kN/m^2$
Lijnlast gevels 3,6 m: $q_G = 3{,}6 \cdot 0{,}5 = 1{,}8\ kN/m$
Lijnlast gevels 3,0-6,6m: $q_G = 3{,}0 \cdot 0{,}5 \text{ tot } 6{,}6 \cdot 0{,}5 = 1{,}5 \text{ tot } 3{,}3\ kN/m$ (verlopend)
Permanente belasting buitenste trappen:
Lijnlast balustrade: $q_G = 0{,}75\ kN/m$

Vuistregel: lijnlasten worden verdeeld over 8 keer de dikte van de plaat: 8*0,090=0,72 ≈ halve trapbreedte.
→ Belasting niet aangepast, komt overeen met werkelijke belasting. NB: belasting is symmetrisch.

Veranderlijke bel: $q_Q = 1{,}5 \cdot 3{,}0 = 4{,}5\ kN/m$
Veranderlijke bel: $F_Q = 3\ kN$ (Niet maatgevend i.v.m. grote overspanning)

Horizontale belasting: wind op binnenwanden
$q_p(z_i)$ = 1,03 kN/m² (windgebied II, onbebouwd, hoogte max. 18 meter)
c_{pi} = -0,5 (bovengrens voor inwendige druk/zuiging)
w_i = 1,03 x 0,5 = 0,52 kN/m²
Lijnlast gevels 3,6 m: $q_{Q,h} = 3{,}6 \cdot 0{,}52 = 1{,}9\ kN/m$
Lijnlast gevels 3,0-6,6m: $q_{Q,h} = 3{,}0 \cdot 0{,}52 \text{ tot } 6{,}6 \cdot 0{,}52 = 1{,}6 \text{ tot } 3{,}4\ kN/m$ (verlopend)

5.1,2,e Belastingcombinaties

Volgens de Eurocode gelden voor het systeem van trekstangen en trappen de volgende combinaties:

	Combinaties - uiterste grenstoestand		Combinaties - bruikbaarheids grenstoestand				Buitengewone combinatie
Belastingen	6.10a	6.10b	Karakteristiek	Frequent	Quasi-blijvend	Blijvend	Brand
Permanente belasting	1,35	1,2	1	1	1	1	1
Veranderlijke belasting (2 verd.)	0,75	1,5	1	0,5	0,3	0	0,3
Veranderlijke belasting (overige verd.)	0,75	0,75	0,5	0,5	0,3	0	0,3

Voor de afzonderlijke onderdelen is geen onderscheid tussen de verdiepingen, daarvoor gelden alleen de bovenste twee regels met factoren.

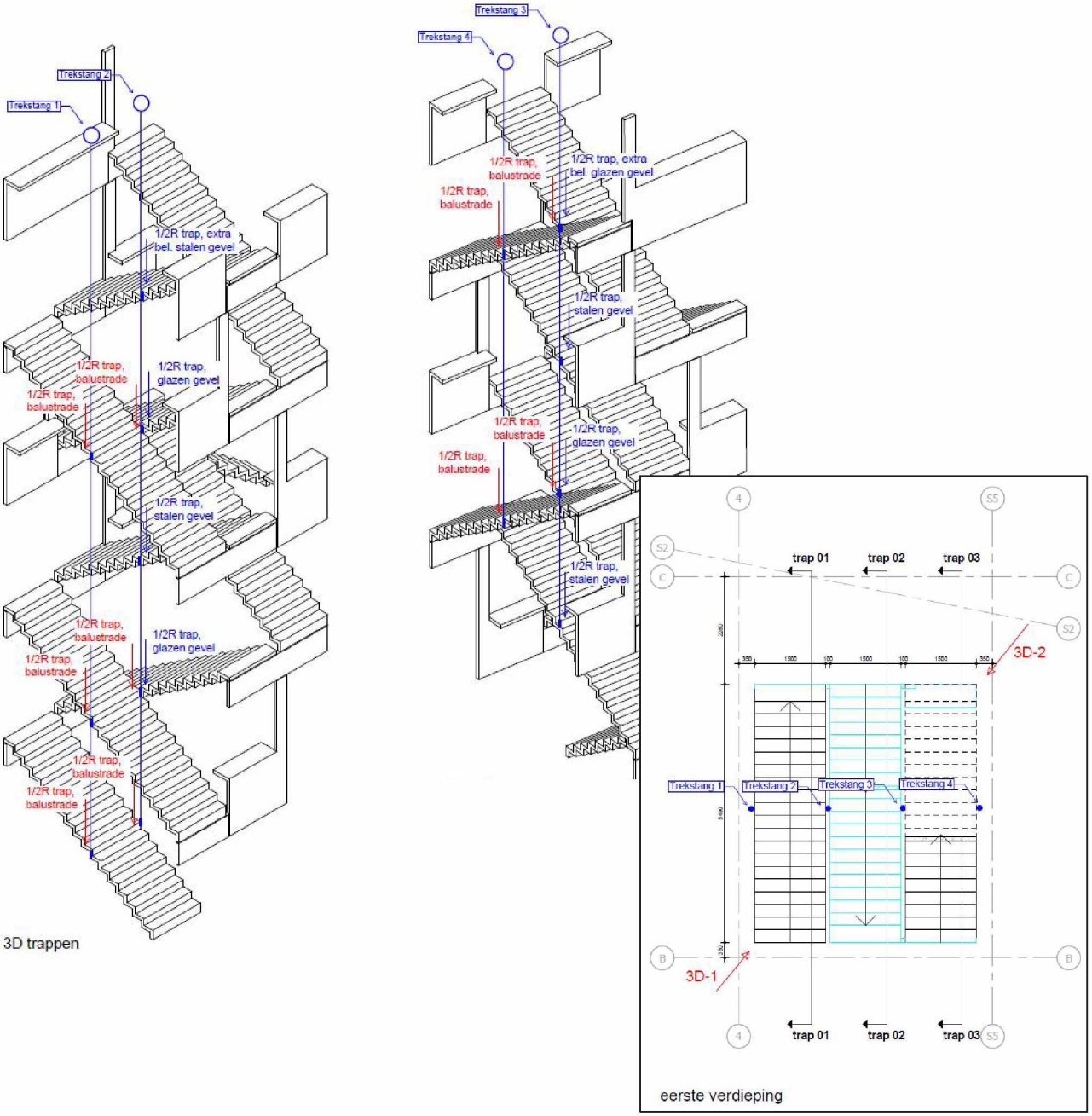
Voor de verschillende onderdelen van de berekening zijn de volgende combinaties aangehouden:
Controle sterkte: maatgevende van de combinaties uiterste grenstoestand
Controle vervormingen: Frequente combinatie
Controle trillingsgedrag: Quasi-blijvende combinatie
Controle sterkte en vervorming bij brand: Buitengewone combinatie brand, gelijk aan de quasi-blijvende combinatie.

NB: Bij de controle van vervormingen van de Hi-Con betonnen onderdelen zijn ook de lange termijneffecten meegenomen, in de betreffende rekensheet worden daarvoor ook de Quasi-blijvende en Blijvende combinatie gebruikt.

4.5 Modellering systeemgedrag

Voor de controle van het gehele systeem is de zwaarst belaste trekstang met bijbehorende trappen en belastingen in TS/Raamwerken gezet. Hierdoor wordt de rek van de trekstang meegenomen in de vervormingen.
Omdat de eigenschappen van de INVAR strip maatgevend zijn is de trekstang over de volledige hoogte als INVAR strip gemodelleerd. De doorkoppelingen met dubbele strip S355 voldoen dan ook en reageren stijver dan aangenomen.

In onderstaande afbeelding is te zien welke trekstang het zwaarst belast is; trekstang 2. Deze trekstang draagt verspreid over de hoogte de vier middelste trappen en drie buitenste trappen.

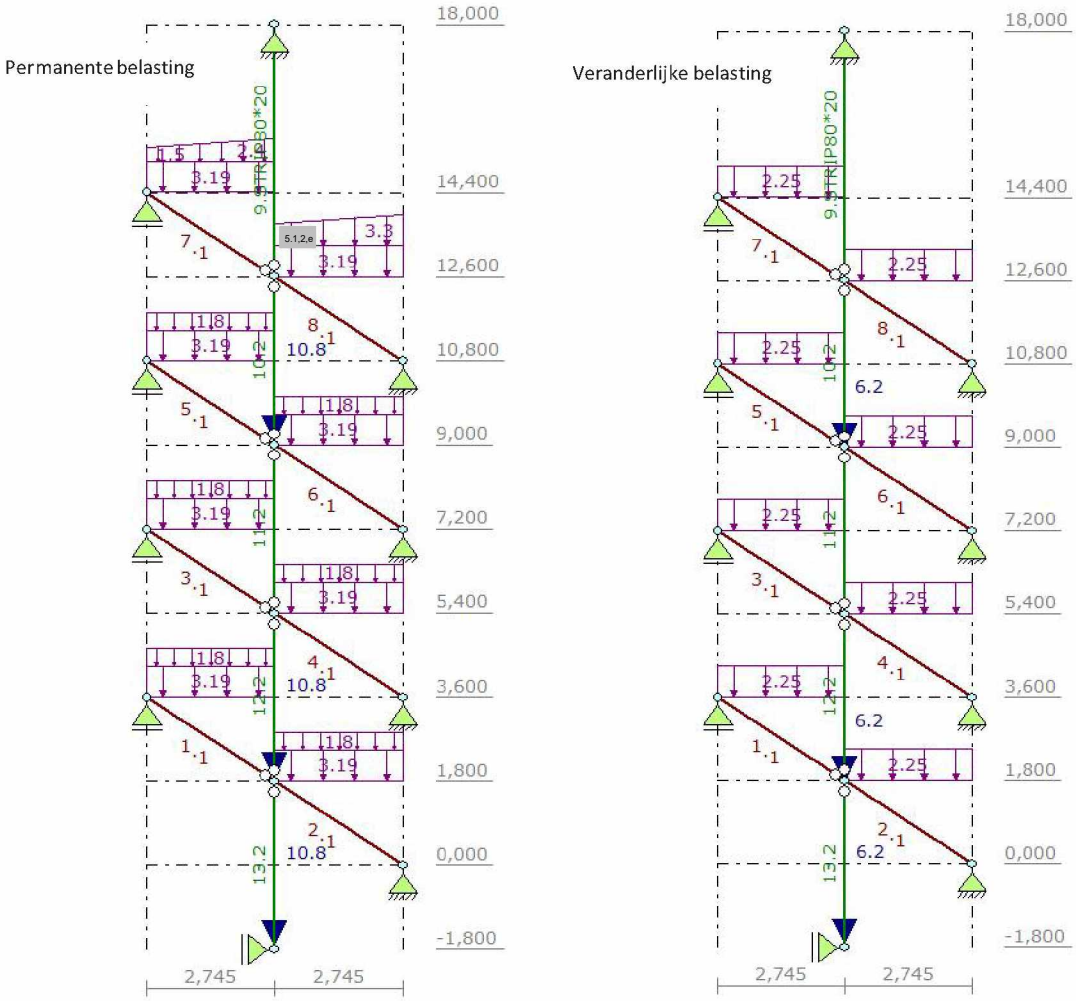


Overzicht trappen en trekstangen, met onderscheid tussen verschillende belastingen.

De belasting op de middelste trappen is het hoogst door het gewicht van de brandwerende gevels die er op staan. De trappen liggen op oplegkokers tussen de trekstangen, op een trekstang wordt dus de helft van de belasting per trap afgedragen. Deze halve trappen zijn in TS/Raamwerken gemodelleerd, hiermee kan ook de krachtsverdeling van de trappen zelf gecontroleerd worden t.o.v. de gebruikte Excel rekensheets.
De belasting uit de overige drie (buitenste) trapdelen wordt als puntlasten op de constructie gezet om het raamwerk-model overzichtelijk te houden, in werkelijkheid lopen deze trappen kruislings tegen de middelste trappen aan waarbij ze op dezelfde hoogte aansluiten op de trekstang.
Als op de vorige pagina aangegeven draagt de maatgevende trekstang 4x een middelste trap en 3x een buitenste trap.

$\frac{1}{2}q_{trap}$ =	$\frac{1}{2}$ b x (q_G | q_Q) =	
	0,75 x (4,25 | 3,0) =	3,19 | 2,25 kN/m
$q_{gevel\ (staal/glas)}$ =	zie overzicht belastingen	
$\frac{1}{2}R_{trap,balustrade}$ =	2x $\frac{1}{2}$ l x $\frac{1}{2}$ b x (q_G | q_Q) + 2x $\frac{1}{2}$ l x q_{bal} =	
	2,745 x 0,75 x (4,25 | 3,0) + 2,745 x (0,75 | -)=	10,8 | 6,2 kN

Voor de volledigheid zijn ook de puntlasten (van 3 kN) op de trappen meegenomen.

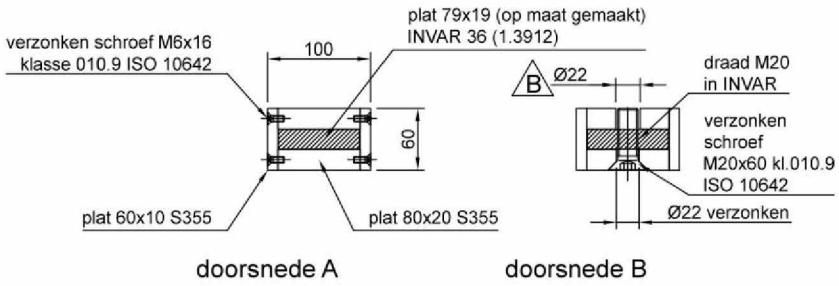


Belastingen (permanente belasting en verdeelde veranderlijke belasting) in TS/Raamwerken

De vervorming van de trekstang (bijkomende en einddoorbuiging) ter plaatse van de oplegging van de maatgevende trappen wordt gebruikt om de invloed van deze veerstijfheid op het vervormingsgedrag en de eigenfrequentie van de trappen te bepalen. Zie voor de volledige TS/Raamwerken uitdraai de bijlage.

4.6 Controle trekstang

Opbouw trekstangen:



Horizontale doorsneden trekstang

Mechanische eigenschappen INVAR staal:

- f_y = 276 N/mm²
- E = 141.000 N/mm²
- ρ = 8000 kg/m³

4.6.1 Controle trekstang gebruikssituatie

Zie uitdraai TS/Raamwerken in de bijlage. De fundamentele omhullende geeft een maximale normaalkracht van:

N_d =	158 kN		
$A_s = 20 \times (80 - Ø_{gat,max}) = 20 \times (80\text{-}30)$ =	1000 mm²		
$\sigma_s = N_d / A_s = 158 * 10^3 / 1000$ =	158 N/mm²	≤ 276 N/mm²	→ Voldoet

Controle eigenfrequentie trekstang

De eigenfrequentie is in eerste instantie bepaald door de maximale belasting (bovenin de trekstang) te combineren met de veerstijfheid van de trekstang over de volledige lengte. Voor controle van het trillingsgedrag wordt gebruik gemaakt van de quasi-blijvende combinatie.

$l_{max} = 5,4 + 4 \times 3,6$ =	19,8 m		
$N_{QB,max}$ = (zie TS/Raamwerken uitdraai) = m =	102 kN=	10200 kg	
$k = EA_s/l_{max} = 1,4 * 10^5 \times (20 \times 80) / (19,8 * 10^3)$ =	11.300 N/mm=	$11.300 * 10^3$ N/m	
$f_{0,max} = 1/(2\pi) \times \sqrt{(k/m)} = 1/(2\pi) \times \sqrt{(11.300 * 10^3 / 10200)}$	5,3 Hz	≥ 5 Hz	→ Voldoet

Deze benadering is conservatief, in werkelijkheid is de maximale belasting alleen in de bovenste 5,4 meter aanwezig. Daarom is ook onderscheid gemaakt tussen de aansluiting van de bovenste trap (waar de belasting maximaal is en de trekstang het meest stijf reageert vanwege de korte lengte) en de aansluiting van de onderste trap (waar de belasting het laagst is en de trekstang het minst stijf reageert vanwege de maximale lengte).

l_{boven} =	5,4 m	
$N_{QB,max}$ = (zie TS/Raamwerken uitdraai) = m =	102 kN=	10200 kg
k= EA_s/l_{boven} = 1,4 *10^5 x (20 x 80) / (5,4 *10^3) =	41.500 N/mm=	41.500 *10^3 N/m
$f_{0,boven}$ = 1/(2π) x √(k/m) = 1/(2π) x √(41.500 *10^3 / 10200)	10,1 Hz	≥ 5 Hz → Voldoet

l_{max} =	19,8 m	
$N_{QB,onder}$ = (zie TS/Raamwerken uitdraai) = m =	41 kN= 4100 kg	
k= EA_s/l_{max} = 1,4 *10^5 x (20 x 80) / (19,8 *10^3) =	11.300 N/mm=	11.300 *10^3 N/m
$f_{0,onder}$ = 1/(2π) x √(k/m) = 1/(2π) x √(11.300 *10^3 / 4100)	8,3 Hz	≥ 5 Hz → Voldoet

Hiermee wordt een realistischer waarde verkregen, met als kanttekening dat deze voor de onderste aansluiting iets te gunstig uitkomt omdat de belasting in werkelijkheid naar boven toe niet constant is maar per verdieping toeneemt.

NB: Deze eigenfrequentie geldt dus als nabij de trekstang op de trappen gelopen/gesprongen wordt. Voor het trillingsgedrag van de trappen zelf wordt de eigenfrequentie in het midden van de overspanning bepaald waarbij de trekstang als verend steunpunt wordt meegenomen.

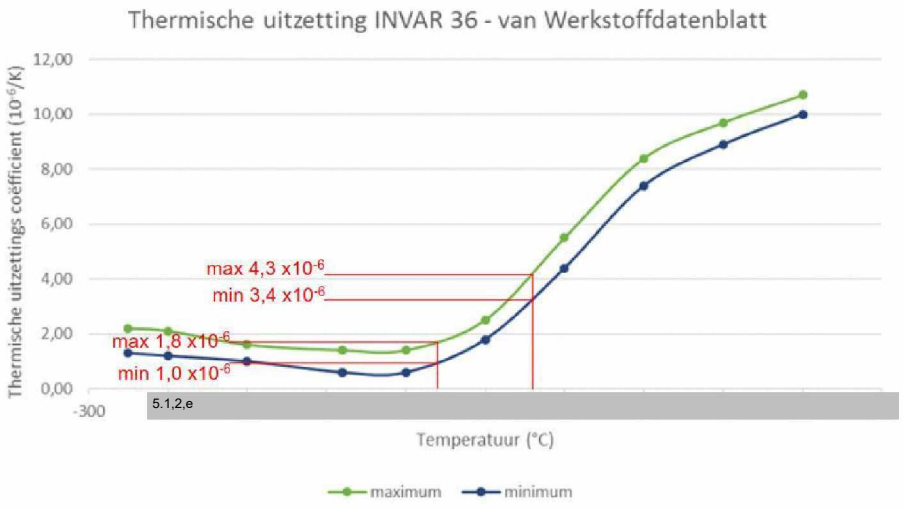
4.6.2 Controle trekstang brandwerendheid 60 min.

Te rekenen trekbelasting in brandsituatie:

$N_{QB,max}$ = (zie TS/Raamwerken uitdraai) =	102 kN

De vervormingen van het systeem trekstangen-trappen zijn maatgevend voor de brandsituatie omdat de glazen brandwerende gevels die op de trappen staan maar een beperkte verplaatsing van ca. 20 mm kunnen opvangen. Gebruik van Invar staal voor de trekstang in combinatie met stalen opdekstrips voorzien van een brandwerende coating moet er voor zorgen dat de zakking van de oplegpunten van de trappen voldoende geminimaliseerd wordt en de brandscheiding 60 minuten blijft functioneren. Verlenging van de trekstang zal optreden door thermische uitzetting en door belasting.

Verlenging door thermische uitzetting:
Het Invar staal heeft een zeer lage thermische uitzettingscoefficient, zie onderstaande figuur.



Op basis van het systeemgedrag is een maximaal toelaatbare staaltemperatuur bepaald van 260 °C na 60 minuten, uit documentatie van Multifire blijkt dit haalbaar met een opschuimende brandwerende coating van 5,3 mm Multifire SC900 (of gellijkwaardig, 6 mm Promapaint SC3 voldoet ook volgens documentatie van Promat). Zie bijlage voor de bijbehorende documentatie van Multifire.

Maximale thermische uitzetting bij 260 graden:

α =		4,3 x 10^{6} /K
ΔT =	260-20 =	240 °C
Thermische uitzetting: $\Delta l/l = \alpha \times \Delta T$ =	240 x 4,3 x 10^{-6} =	1,032 mm/m

De vluchtroute voert over de middelste trappen waarbij één van de hangstaven volledig binnen het compartiment valt waar brand is. De andere hangstaaf valt gedeeltelijk binnen de vluchtroute en ligt verder in de brandwerende gevel, er is dus slechts sprake van blootstelling aan één zijde van de hangstaaf waardoor deze minder (snel) opwarmt. Om een idee te krijgen van de optredende rotatie in de oplegkokers tussen de beide hangstaven is ook hiervan de thermische uitzetting bepaald.

Profielfactor gedeeltelijke blootstelling: (0,06 + 2x0,02)/(0,06 x 0,01) = 16,7
Er zijn geen testgegevens voor handen waaruit blijkt welke temperatuur bereikt wordt bij deze profielfactor, in overleg met DGMR is daarom de aanname gedaan dat: $T_{60\ min}$ = 260/2 = 130 graden. Deze aanname is conservatief, in werkelijkheid zal de temperatuur van de hangstaven dichter bij elkaar liggen en dus minder rotatie veroorzaken.

α =		1,8 x 10^{6} /K
ΔT =	130-20 =	110 °C
Thermische uitzetting: $\Delta l/l = \alpha \times \Delta T$ =	110 x 1,8 x 10^{-6} =	0,198 mm/m

NB:
- In de berekening wordt er van uitgegaan dat de hangstaaf van 60x100 de warmte naar binnen toe geleidt als zijnde een massieve staaf. In werkelijkheid zijn het 3 losse staven van 20 mm dik waardoor de warmte minder goed zal worden overgedragen aan de centrale (Invar) hangstaaf.
- In de berekening is ervan uitgegaan dat bij een brand de volledige hangstaaf doorsnede over de volledige hoogte dezelfde maximale temperatuur krijgt.

Voor elk oplegpunt is hiermee de verlenging van de trekstang bepaald, zie overzicht in de bijlage.
Maximale verplaatsing ter plaatse van de onderste brandscheidende trap:
l= 15,7 meter
Δl = 15,7 x 1,032 = 16,2 mm

Verlenging door belasting en reductie E-modulus bij 260 °C:
De reductiefactor voor de E-modulus van staal bij 260 graden is bepaald met onderstaande tabel uit de Eurocode. Aanname is dat Invar staal minder gevoelig is voor temperatuur dan gewoon staal en dat deze gegevens daarom een voldoende veilige benadering geven.

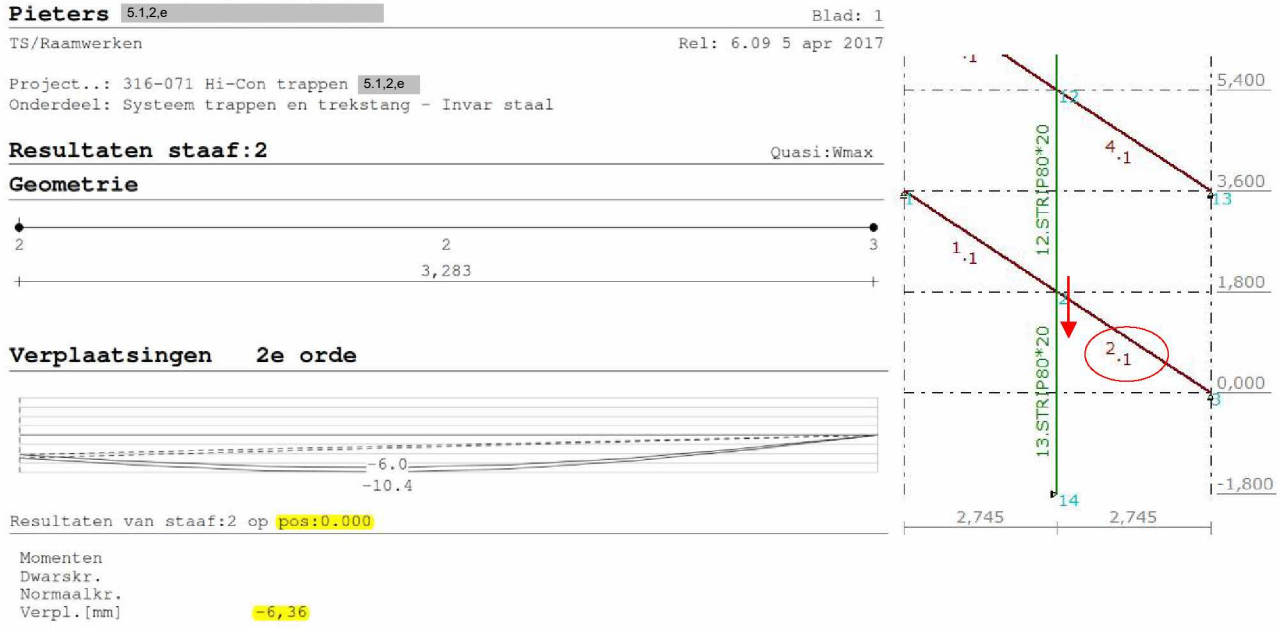
Tabel 3.1 — Reductiefactoren voor de spanning-rekkromme van koolstofstaal bij verhoogde temperaturen

Staal-temperatuur θ_a	Reductiefactoren bij een temperatuur θ_a ten opzichte van de waarde van f_y of E_a bij 20 °C		
	Reductiefactor (ten opzichte van f_y) voor de effectieve vloeigrens $k_{y,\theta} = f_{y,\theta}/f_y$	Reductiefactor (ten opzichte van f_y) voor de proportionaliteitsgrens $k_{p,\theta} = f_{p,\theta}/f_y$	Reductiefactor (ten opzichte van E_a) voor de helling van het lineair-elastisch gebied $k_{E,\theta} = E_{a,\theta}/E_a$
200 °C	1,000	0,807	0,900
260 °C			0,84
300 °C	1,000	0,613	0,800

Fragment tabel 3.1 uit NEN-EN 1993-1-2, de reductiefactor ten opzichte van E_s is hieruit geïnterpoleerd

Vanwege de reductiefactor van 0,84 zal de trekstang een factor 1/0,84 meer verlengen dan in de normale situatie, aangezien: $\Delta l = N/EA \times l$

Uit onderstaande afbeelding uit TS/Raamwerken volgt de maximale verlenging voor de Quasi-Blijvende combinatie:



Verplaatsing staaf 2 ter plaatse van aansluiting op trekstang, rechts aangeven de positie van staaf 2

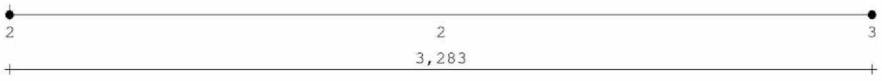
In een brandsituatie zal de verlenging, ter plaatse van de oplegging van de onderste trap, als gevolg van de gereduceerde E-modulus van het staal toenemen tot:
w_{max} = 1/0,84 x 6,36 = 7,6 mm

NB: de verlenging door permanente belasting mag van de totale vervorming in de brandsituatie worden afgetrokken omdat deze reeds is opgetreden wanneer de brandwerende gevels geplaatst zijn.
w_{perm} = 5,6 mm

Zie onderstaande afbeelding uit TS/Raamwerken

Resultaten staaf:2 B.G:1 Permanente belasting

Geometrie



Verplaatsingen 1e orde

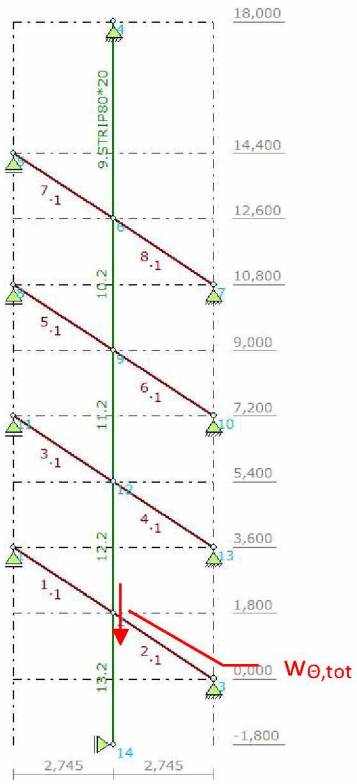


Resultaten van staaf:2 op pos:0.000

Momenten	-0,00
Dwarskr.	-5,73
Normaalkr.	3,76
Verpl.[mm]	-5,55

Totale verticale zakking als gevolg van een brand van 60 minuten ter plaatse van de oplegging van de onderste brand-scheidende trap:

$w_{\Theta,tot} = w_{\Theta,\alpha} + w_{\Theta,E,red} - w_{perm} =$ 16,2 + 7,6 -5,6 = 18,2 mm ≤ 20 mm → Voldoet



Controle sterkte bij een temperatuur van 260 °C:
De reductiefactor voor de sterkte van staal bij 260 graden is bepaald met onderstaande tabel uit de Eurocode.
Aanname is dat Invar staal minder gevoelig is voor temperatuur dan gewoon staal en dat deze gegevens daarom een voldoende veilige benadering geven.

Tabel 3.1 — Reductiefactoren voor de spanning-rekkromme van koolstofstaal bij verhoogde temperaturen

Staal-temperatuur θ_a	Reductiefactoren bij een temperatuur θ_a ten opzichte van de waarde van f_y of E_a bij 20 °C		
	Reductiefactor (ten opzichte van f_y) voor de effectieve vloeigrens $k_{y,\theta} = f_{y,\theta}/f_y$	Reductiefactor (ten opzichte van f_y) voor de proportionaliteitsgrens $k_{p,\theta} = f_{p,\theta}/f_y$	Reductiefactor (ten opzichte van E_a) voor de helling van het lineair-elastisch gebied $k_{E,\theta} = E_{a,\theta}/E_a$
200 °C	1,000	0,807	0,900
260 °C			0,69
300 °C	1,000	0,613	0,800

Fragment tabel 3.1 uit NEN-EN 1993-1-2, de reductiefactor ten opzichte van f_y is hieruit geïnterpoleerd

$N_{QB,max}$ = (zie TS/Raamwerken uitdraai) =		102 kN	
$A_s = 20 \times (80 - \emptyset_{gat,max}) = 20 \times (80\text{-}30) =$	1000 mm²		
$\sigma_s = N_{QB} / A_s = 102 * 10^3 / 1000 =$	102 N/mm²	≤ 0,69 x 276 = 190N/mm²	→ Voldoet

Zie ook ter vergelijking de Brawesta berekening in de bijlage voor een strip 60x100 S355 → Voldoet

4.7 Controle oplegkoker

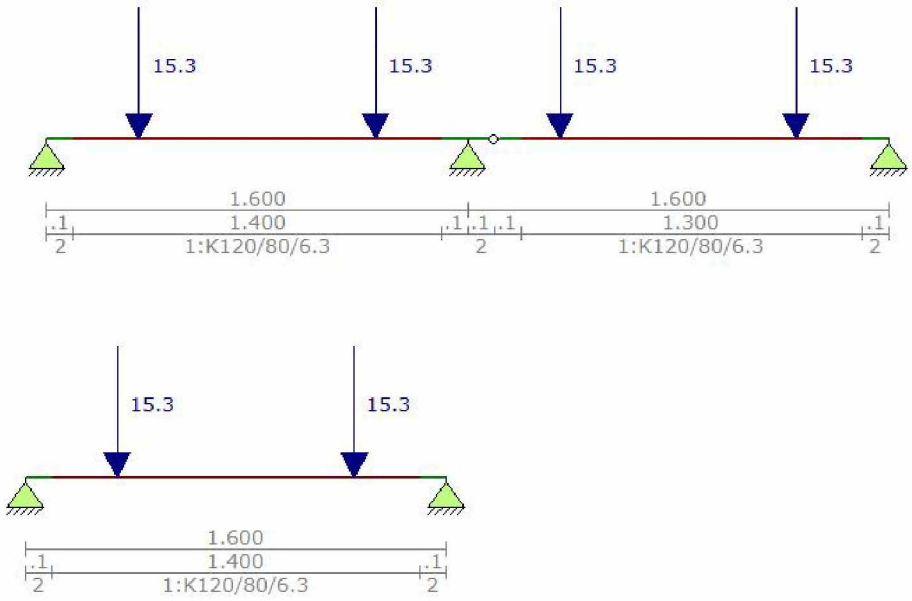
4.7.1 Controle oplegkoker gebruikssituatie

De trappen worden op kokerprofielen bevestigd die tussen de trekstangen in komen te hangen. De maatgevende oplegkokers bevinden zich onder de bovenste, zwaarst belaste, trappen.

$\frac{1}{2}R_{trap,gevel,max}$ = 2x ½ l x ½ b x (q_G | q_Q) + 2x ½ l x $q_{gevel,max,gem}$ =
2,745 x 0,75 x (4,25 | 3,0) + 2,745 x (2,4 |-)= 15,3 | 6,2 kN

De oplegpunten van de trap worden op 1/5 en 4/5 van de trapbreedte aangenomen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de steunpunten waar een enkele trap aansluit en die waar twee trappen aansluiten. Deze laatste worden gemodelleerd als een ligger op drie steunpunten met een scharnier ter plaatse van de doorkoppeling. Zowel de koppeling met de trekstang als de onderlinge koppeling worden gemaakt met aangelaste stalen strips. In TS/Liggers is deze verandering van doorsnede rond de steunpunten meegenomen in de doorsnedesectoren (als strip 20x120 mm).

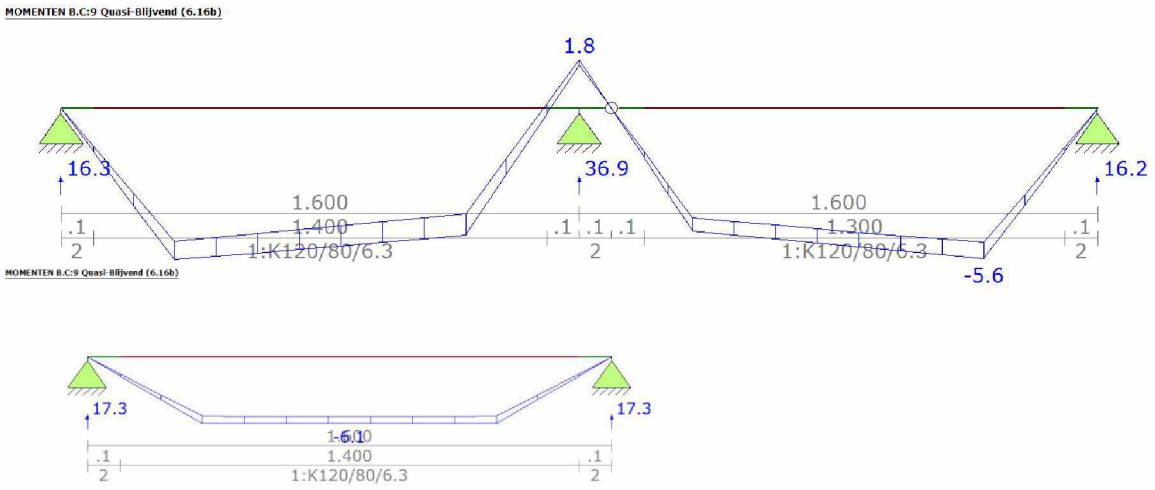


TS/Liggers afbeelding van de dubbele en de enkele oplegkoker met permanente belasting

Zie bijlage voor de volledige uitdraai van TS/Liggers.
→ Koker 80x120x6,3 (S355) voldoet

4.7.2 Controle oplegkoker brandwerendheid 60 min.

Voor de brandberekening geldt de buitengewone belastingcombinatie, gelijk aan de Quasi-Blijvende combinatie. Voor de enkele en dubbele oplegkoker resulteert dat in de volgende optredende momenten:



De maatgevende te rekenen momentbelasting voor een brandsituatie is daarmee:
$M_{QB,max}$ = 6,1 kNm

Met behulp van Brawesta is de kritieke staaltemperatuur voor de sterkte berekend voor een koker 120x80x6,3 (S355), bij een brandwerendheid van 60 minuten:
Θ_{cr} = 740 °C

Brandwerende coating is benodigd om de temperatuur 60 minuten beneden de kritieke temperatuur te houden. Benodigde coating te bepalen door brandadviseur, bijvoorbeeld Multifire Systeem S (nu aangehouden in Brawesta berekening)

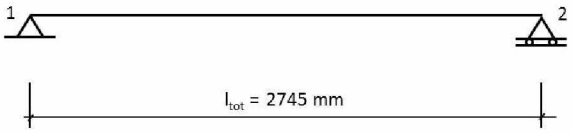
Advies: gebruik gelijke coating voor alle elementen om zo de temperatuur van alle onderdelen te beperken tot dezelfde temperatuur (uitgangspunt: 350 graden), dit in verband met de onderlinge koppelingen die de temperatuur kunnen geleiden.

Zie ook de Brawesta berekening in de bijlage

4.8 Berekening trapdelen

De trapdelen zijn gemodelleerd als ligger op twee steunpunten met een lengte van 2745 mm en de belastingen als eerder in dit rapport aangegeven.

De bovenste trap is het zwaarst belast doordat de glazen en stalen gevels daar tot aan het dak doorlopen over (maximaal) 1,5 verdieping. Voor het trillingsgedrag zijn de laagst gelegen trappen echter maatgevend wat betreft de veerstijfheid van het tussensteunpunt. Hierom is zowel de bovenste middelste trap als de onderste middelste trap doorgerekend. De buitenste trappen met normale balustraden zijn buiten beschouwing gelaten omdat de belasting hierop altijd minder is dan op de middelste trappen waar verdiepingshoge gevels op rusten.



Bovenste trap:

5.1.2.e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-6,285	kN/m	$q_{1,G,end}$	-6,285	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-4,440	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-4,440	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{2,G,begin}$	-2,400	kN/m	$q_{2,G,end}$	-3,300	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{3,G,begin}$	-2,400	kN/m	$q_{3,G,end}$	-3,300	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm

Onderste trap:

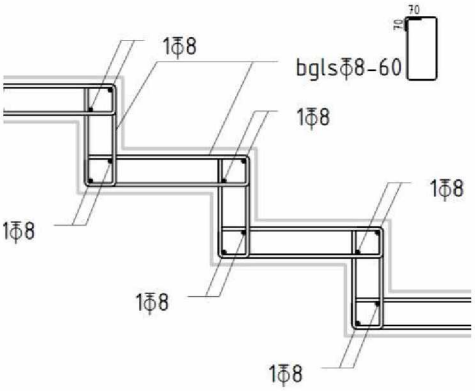
5.1.2.e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-6,285	kN/m	$q_{1,G,end}$	-6,285	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-4,440	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-4,440	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{2,G,begin}$	-1,800	kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,800	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{3,G,begin}$	-1,800	kN/m	$q_{3,G,end}$	-1,800	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm

4.8.1 Berekening trapdelen gebruikssituatie

Wapening van Ø8-60 voldoet voor alle trappen, zie ook de volledige rekensheets in de bijlage.

De wapening bestaat uit beugels die in elke optrede en aantrede worden geplaatst, zie onderstaande afbeelding.



Principe detail wapening Hi-Con trap

Vervorming en trillingsgedrag

De doorbuiging en eigenfrequentie zijn ook met de Excel rekensheet berekend, met een aanvullende controle is het effect van het veren van de trekstang bekeken.

Resultaten berekening zonder invloed van het verende steunpunt ter plaatse van de trekstang:

Bovenste trap:

Results deflection and stiffness

w_{added}	5,27 mm	<	8,24 mm	✓
w_{end}	8,66 mm	<	10,98 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	5,99 Hz	>	5,0 Hz	✓

Onderste trap:

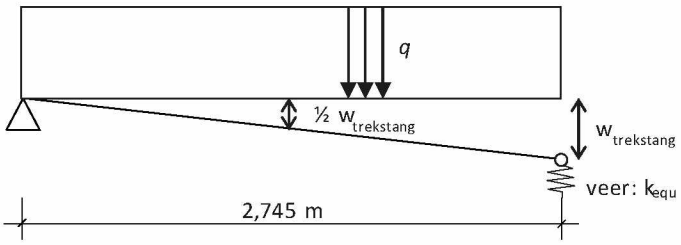
Results deflection and stiffness

w_{added}	4,53 mm	<	8,24 mm	✓
w_{end}	6,42 mm	<	10,98 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	7,17 Hz	>	5,0 Hz	✓

Zie ook de volledige rekensheet in de bijlage.

Als eerder aangegeven beïnvloedt de trekstang de vervorming en het trillingsgedrag van de trappen doordat de trekstang als verend steunpunt fungeert. De stijfheid van deze veer is niet eenvoudig direct te bepalen omdat het veergedrag ook wordt beïnvloed door de gelijktijdige belasting op de overige trapdelen.
Om hier rekening mee te houden is gekeken wat de vervorming (zowel eind- als bijkomende) van de trekstang is ter plaatse van de bovenste en de onderste trap. Dit resulteert in een extra verplaatsing ter plaatse van het midden van de overspanning van de trappen (de helft van de verplaatsing die optreedt in het verende steunpunt).
Met behulp van de rekensheet is bepaald bij welke equivalente veerconstante een doorbuiging wordt verkregen die kleiner of gelijk is aan de verplaatsing ten gevolge van het uitrekken van de trekstang.

Dit is een conservatieve benadering omdat de veer nu zo is gekozen alsof de volledige verplaatsing van het steunpunt door de oplegreactie van één trapdeel veroorzaakt wordt. In werkelijkheid reageert het systeem dus stijver.



$w_{added,extra} \geq ½\ w_{trekstang,bij}$

$w_{end,extra} \geq ½\ w_{trekstang,max}$

→ veer: k_{equ}

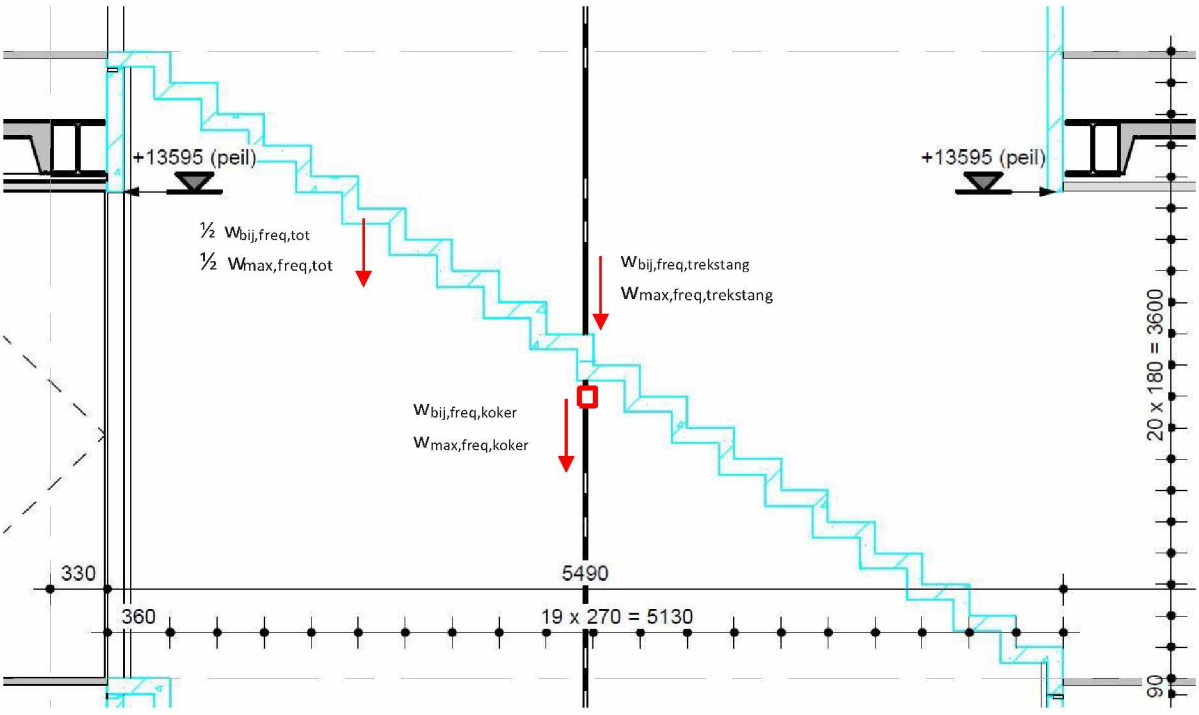
De maximale en bijkomende frequente verplaatsing van de trekstang en de oplegkoker (ter plaatse van de oplegging van de trap) zijn bij elkaar opgeteld. Zie voor de Technosoft uitdraaien van deze verplaatsingen de bijlage.

Bovenste trap:

$w_{bij,freq,tot}$ =	$w_{bij,freq,trekstang} + w_{bij,freq,koker}$ =	0,47 + 0,23 =	0,70 mm
$w_{max,freq,tot}$ =	$w_{max,freq,trekstang} + w_{max,freq,koker}$ =	2,98 + 1,40 =	4,38 mm

Onderste trap:

$w_{bij,freq,tot}$ =	$w_{bij,freq,trekstang} + w_{bij,freq,koker}$ =	1,12 + 0,23 =	1,35 mm
$w_{max,freq,tot}$ =	$w_{max,freq,trekstang} + w_{max,freq,koker}$ =	6,65 + 1,40 =	8,05 mm



Invloed van vervorming koker en trekstang op vervorming trap, in zijaanzicht trap.

Dit levert de volgende resultaten op voor beide trappen:

Bovenste trap:

Doorbuiging en eigenfrequentie t.g.v. veer onder één van de steunpunten

k_1	5050 kN/m							
$R_{G,1}$	16,04 kN	$w_{added,extra}$	0,60 mm	$w_{added,tot}$	5,87 mm	<	8,24 mm	✓
$R_{K,1}$	22,13 kN	$w_{end,extra}$	2,19 mm	$w_{end,tot}$	10,85 mm	<	10,98 mm	✓
$R_{Fequi,1}$	9,748 kN	$w_{Fequi,extra}$	0,97 mm	$f_{1,L2}$	5,61 Hz	>	5,0 Hz	✓

$w_{trekstang,freq,bij}$	0,7 mm	½ $w_{trekstang,freq,bij}$	0,35 mm	kequi	5050 kN/m	**Voldoet**
$w_{etrekstang,freq,max}$	4,38 mm	½ $w_{trekstang,freq,max}$	2,19 mm			

Onderste trap:

Doorbuiging en eigenfrequentie t.g.v. veer onder één van de steunpunten

k_1	2440 kN/m							
$R_{G,1}$	13,57 kN	$w_{added,extra}$	1,25 mm	$w_{added,tot}$	5,78 mm	<	8,24 mm	✓
$R_{K,1}$	19,66 kN	$w_{end,extra}$	4,03 mm	$w_{end,tot}$	10,45 mm	<	10,98 mm	✓
$R_{Fequi,1}$	8,211 kN	$w_{Fequi,extra}$	1,68 mm	$f_{1,L2}$	6,17 Hz	>	5,0 Hz	✓

$w_{trekstang,freq,bij}$	1,35 mm	½ $w_{trekstang,freq,bij}$	0,68 mm	k_{equ}	2440 kN/m	**Voldoet**
$w_{etrekstang,freq,max}$	8,05 mm	½ $w_{trekstang,freq,max}$	4,03 mm			

Beide trappen voldoen daarmee aan de maximale vervormingseisen en de minimale eigenfrequentie.

4.8.2 Berekening trapdelen brandwerendheid 60 min.

Om te controleren of de trapdelen voldoen aan de brandwerendheidseisen is bepaald wat de resterende sterkte is als gevolg van een normatieve standaardbrand van 60 minuten aan een zijde. Daarnaast is ingeschat wat op dat moment de uiterste doorbuiging van de trapdelen zou zijn.
Globaal worden de volgende stappen doorlopen: Eerst wordt het temperatuurverloop in de CRC doorsnede bepaald, gebaseerd op Hi-Con testresultaten. Daarmee kan berekend worden welk gedeelte van de doorsnede als verloren moet worden beschouwd. Er blijft dan een gereduceerde doorsnede over die gebruikt wordt om de resterende sterkte en stijfheid te berekenen. Daarbij worden de eigenschappen van het wapeningsstaal gereduceerd op basis van de bepaalde temperatuur in de CRC doorsnede, ter plaatse van het hart van de wapeningsstaven.
Er wordt onderscheid gemaakt tussen brand aan de onderzijde en brand aan de bovenzijde van de elementen.

Bepaling temperatuurverloop en beschadigde laagdikte
Voor berekening van het temperatuurverloop wordt de volgende Deense formule gebruikt, die door Hi-Con Denemarken is geverifieerd met testresultaten, zie ook onderstaande grafiek. De temperatuur wordt in lagen bepaald.

$$\Theta_i = 312 \cdot \log(8 \cdot R + 1) \times \exp(-1.9 \cdot k(t) \cdot t_i \cdot (n_i - 0.5)) \times \sin(\tfrac{\pi}{2} - k(t) \cdot t_i \cdot (n_i - 0.5))$$

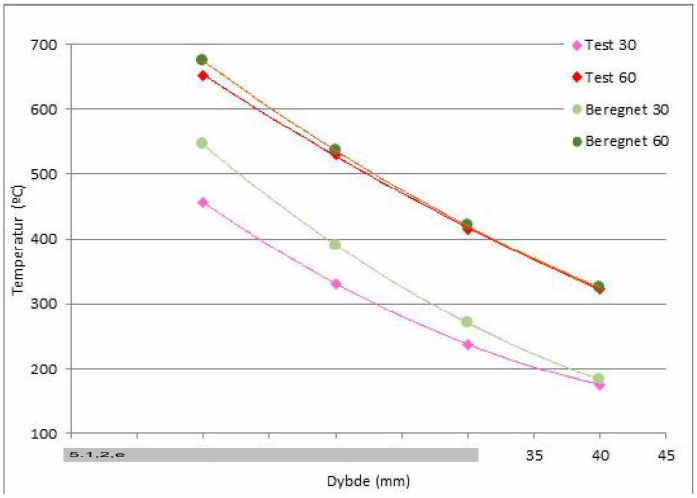
R is de duur van de brand, in dit geval 60 minuten
t_i is de laagdikte van de beschouwde betonlagen (gekozen is voor 10 lagen), in meters
n_i is het laagnummer, geteld vanaf het aan brand blootstaand oppervlak

En:

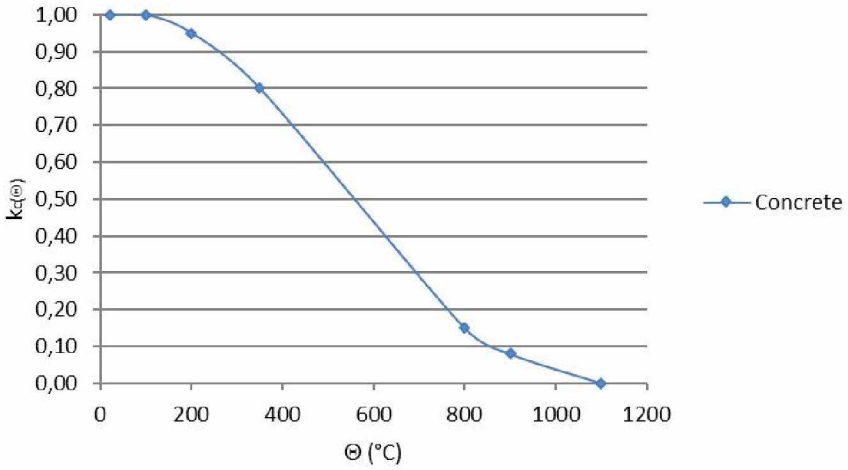
$$k(t) = \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho \cdot c_p}{750 \cdot \lambda \cdot t}}$$

met ρ_{CRC} = 2700 kg/m³, c_p = 750 J/kg, λ = 1,15 W/mK en t is de duur van de brand

Voor het materiaal CRC bij een brand duur van 60 minuten geldt dus een k(t) van 11,09.
In onderstaande grafiek is het hiermee berekende temperatuurverloop te zien (in donkergroen).



Met de temperatuur wordt de sterkte reductie factor bepaald voor het CRC, in onderstaande grafiek is het verloop hiervan te zien, voortkomend uit testresultaten van Hi-Con.



Voor het beton wordt vervolgens een gemiddelde sterkte reductiefactor berekend voor de gehele doorsnede:

$$k_{c,avg} = \frac{(1-0{,}2/n)}{n} \Sigma_{i=1}^{n} k_c(\Theta_i)$$ met *n* is het aantal lagen (in dit geval 10).

Hiermee wordt de dikte van de beschadigde laag van het beton berekend die voor de verdere berekening als verloren wordt beschouwd:

$$a = w(1 - \frac{k_{c,avg}}{k_{c\Theta M}})$$

Waarbij $k_{c\Theta M}$ de reductiefactor is in het hart van het systeem, de niet aan brand blootgestelde kant van het element.

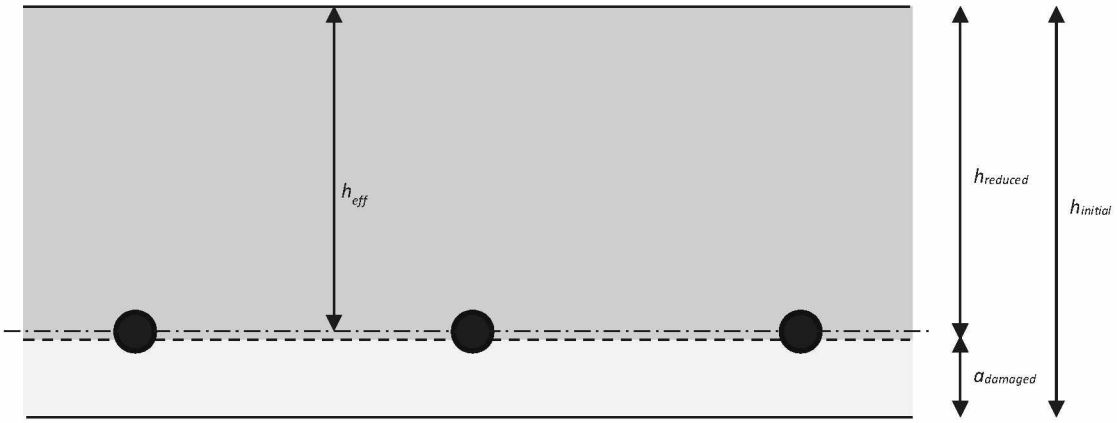
In dit geval wordt een beschadigde laagdikte gevonden van 23,3 mm, de hoogte van de gereduceerde doorsnede wordt daarmee: $a_{ubeskadiget,i}$ = 90-23,3 = 66,7 mm, zie onderstaande berekening

R 60			One-sided fire	
$M_{d,6.11.b}$		12,6 kNm	k(t)	11,09 -
Plate thickness, w_i		90,0 mm		
System thickness, $2 \times w_i$		180,0 mm		
Lag	1	760 °C		
$\Theta_{c,i}$	2	623 °C		
	3	505 °C		
	4	405 °C		
	5	321 °C		
	6	252 °C		
	7	194 °C		
	8	148 °C		
	9	110 °C		
	10	81 °C		
$\Theta_{m,i}$		68 °C	Temp in syst. Center (= unexposed side)	
$k_{c\Theta,avg,i}$		0,74 -		
$k_{c\Theta,M,i}$		1,00 -		
$a_{beskadiget,i}$		23,3 mm		
$a_{ubeskadiget,i}$		66,7 mm		

Het optredende moment in de trapelementen voor de bijzondere belastingcombinatie brand is gelijk aan de Quasi-blijvende belastingcombinatie, zie eerder in dit rapport:

$M_{d,QP}$ = 1,0 x $M_{G,rep}$ + 0,3 x $M_{Q,rep}$ = 1,0 x 11,37 + 0,3 x 4,24 = 12,64 kNm

Brand aan onderzijde trapelementen:



Aan brand blootgestelde zijde

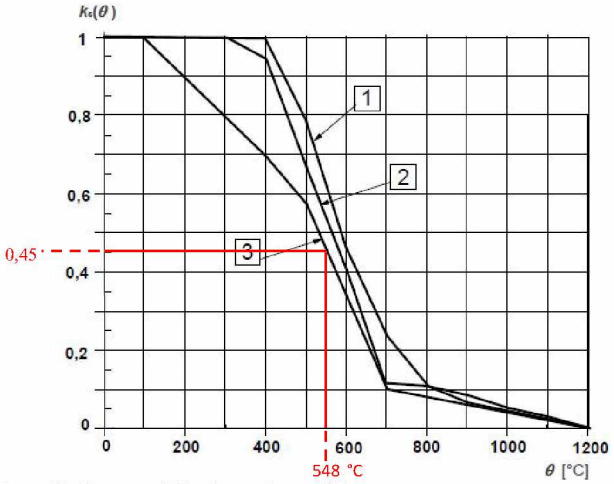
Gereduceerde betondoorsnede – brand aan onderzijde trapelementen

Bij brand aan de onderzijde van de elementen verandert de effectieve hoogte niet.
De temperatuur ter plaatse van de wapening is berekend om de reductie van de staaleigenschappen te bepalen.

Afstand van blootgestelde zijde tot hart wapening:
$a_{us \rightarrow s,i}$ = $c + \phi/2$ = 15 + 8/2 = 19 mm

Bijbehorende temperatuur, berekend met eerder genoemde formule voor Θ_i : 548 °C

De reductiefactor voor de staalsterkte wordt bepaald uit onderstaande figuur uit de Eurocode:



kromme 1 trekwapening (warmgewalst) met een rek $\varepsilon_{s,fi} \geq 2\ \%$
kromme 2 trekwapening (koudvervormd) met een rek $\varepsilon_{s,fi} \geq 2\ \%$
kromme 3 druk- en trekwapening met een rek $\varepsilon_{s,fi} < 2\ \%$

Resterende staalsterkte:
$f_{yk,i\Theta}$ = 0,45 x 500 = 225 N/mm²

Verder zijn alle doorsnede eigenschappen en formules uit de gebruiksfase berekening van toepassing.
Zie onderstaand de controle van het maximaal opneembaar moment $M_{i,Rd,\Theta}$, de doorsnede voldoet.

$a_{us \to s,i}$	19,0	mm	Distance from underside to reinforcement
$\Theta_{s,i}$	548	°C	Reinforcement temperature
$f_{yk,i,\Theta}$	225,0	MPa	
$h_{eff,i,\Theta}$	66,0	mm	heff is equal to the normal situation due tofire on the tensile side of the cross-section
$\omega_{s,i,\Theta}$	0,0389	-	$= A_s f_{yd} / b h_{eff} f_{cd}$
$\mu_{i,\Theta}$	0,038	-	$= \omega(1-0{,}5\omega)$
$M_{i,Rd,\Theta}$	18,3	kNm	$= \mu b h_{eff}^2 f_{cd}$
$M_{i,RD,\Theta} > M_{d,i,6.11.b}$	OK		

Om de vervorming te kunnen bepalen is ook de reductie van de E-modulus van de wapening bepaald, door interpolatie van onderstaande tabel uit de Eurocode.

Tabel 3.2a — Waarden voor klasse N van de parameters van de spanning/rek-relatie van warmgewalst en koudvervormd betonstaal bij verhoogde temperaturen

Staaltemperatuur	$f_{sy,\theta} / f_{yk}$		$f_{sp,\theta} / f_{yk}$		$E_{s,\theta} / E_s$	
θ [°C]	warm-gewalst	koud-vervormd	warm-gewalst	koud-vervormd	warm-gewalst	koud-vervormd
500	0,78	0,67	0,36	0,44	0,60	0,40
548 °C						0,46
600	0,47	0,40	0,18	0,26	0,31	0,24

Gereduceerde E-modulus wapeningsstaal:
$E_{s,i\Theta}$ = 0,46 x 200.000 = 92.000 N/mm²

De gereduceerde eigenschappen zijn gebruikt om met behulp van de Hi-Con rekensheet van de gebruiksfase berekening de vervormingen voor de brandsituatie te bepalen.

Onderstaand de betreffende velden uit de sheet, met gemarkeerd de aangepaste variabelen.
NB: Voor de brandsituatie is de rekenwaarde van de staalsterkte gelijk aan de karakteristieke gereduceerde sterkte.

Material properties

Type	min 1,4 vol %		amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\,CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\,CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\,CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\,CRC}$	21.000	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,0	-	creep factor at t→ ∞
v	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\,CRC}$	225	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\,CRC}$	225	N/mm²	design tensile strength
E_s	92.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	2,19	-	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	4,38	-	= $E_s/E_{c\infty}$
v_{min}	1,50	N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Section properties

Section	1		
from	0	mm	
length	2745	mm	
to	2745	mm	
b_i	1480	mm	width
h_i	66,7	mm	undamaged height
$c_{min,\,i}$	15	mm	cover
$\Delta c_{dev,\,i}$	5	mm	tolerance
$n_{s,i}$	25	stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8	mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	1257	mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	59	mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK	-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66	mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$

Dit resulteert in de volgende vervormingen voor de brandsituatie:

Results deflection and stiffness fire situation

$w_{QP,short\,term}$	17,88 mm		
$w_{QP,\,long\,term}$	24,15 mm		
$w_{precamber}$	0 mm		
f_1	3,45 Hz	>	5,0 Hz

De permanente korte termijn doorbuiging voor de gebruikssituatie kan nog van de bepaalde doorbuiging worden afgetrokken. Dit betreft de doorbuiging onder het eigen gewicht die al is opgetreden voor de brandwerende gevels zijn geïnstalleerd. Zie de berekening eerder in dit rapport.
De bijkomende doorbuiging voor een brand van 60 minuten aan de onderzijde van de trapelementen wordt daarmee:

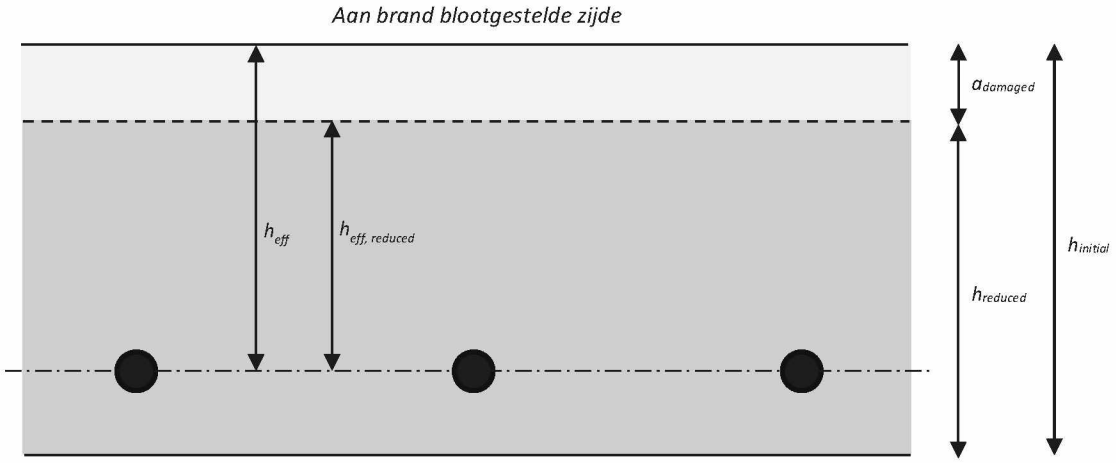
$W_{bij,\Theta} = w_\Theta - w_{perm} = 17,88 - 3,39 = 14,5$ mm

Met $w_\Theta = w_{QP,short\,term}$ aangezien de duur van 60 minuten als korte periode beschouwd kan worden.

Dit is de doorbuiging in de vorm van kromming van de trapdelen en staat los van de verlenging van de trekstaaf. Deze beide resultaten moeten tegelijkertijd worden beschouwd bij het ontwerp van de glazen gevels en diens verbindingen. Zie ook het overzicht van de vervormingen in de bijlage.

De eigenfrequentie is bij een brandsituatie niet van belang.

Brand aan bovenzijde trapelementen:



Gereduceerde betondoorsnede – brand aan bovenzijde trapelementen

Bij brand aan de bovenzijde van de elementen wordt de effectieve hoogte gereduceerd met de beschadigde laag, er blijft dus een effectieve hoogte over van;

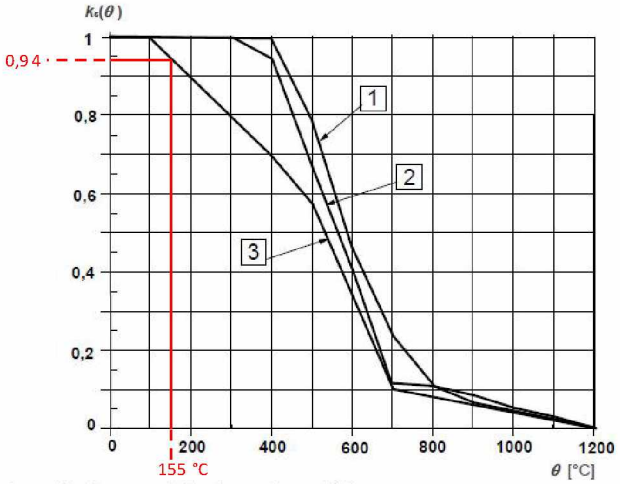
$h_{eff,i}$ = $h_{eff} - a_{beskadiget}$ = 66 – 23,3 = 42,7 mm

De temperatuur ter plaatse van de wapening is berekend om de reductie van de staaleigenschappen te bepalen.

Afstand van blootgestelde zijde tot hart wapening:
$a_{us \rightarrow s,i}$ = $c + \phi/2$ = 15 + 8/2 = 19 mm

Bijbehorende temperatuur, berekend met eerder genoemde formule voor Θ_i : 155 °C

De reductiefactor voor de staalsterkte wordt bepaald uit onderstaande figuur uit de Eurocode:



kromme 1 trekwapening (warmgewalst) met een rek $\varepsilon_{s,fi} \geq 2\,\%$
kromme 2 trekwapening (koudvervormd) met een rek $\varepsilon_{s,fi} \geq 2\,\%$
kromme 3 druk- en trekwapening met een rek $\varepsilon_{s,fi} < 2\,\%$

Resterende staalsterkte:
$f_{yk,i\Theta}$ = 0,94 x 500 = 470 N/mm²

Verder zijn alle doorsnede eigenschappen en formules uit de gebruiksfase berekening van toepassing.
Zie onderstaand de controle van het maximaal opneembaar moment $M_{i,Rd,\Theta}$, de doorsnede voldoet.

$a_{us \rightarrow s,i}$	66,0	mm	Distance from uppperside to reinforcement
$\Theta_{s,i}$	155	°C	Reinforcement temperature
$f_{yk,i,\Theta}$	470,0	MPa	
$h_{eff,i,\Theta}$	42,7	mm	
$\omega_{s,i,\Theta}$	0,1258	-	$= A_s f_{yd} / b h_{eff} f_{cd}$
$\mu_{i,\Theta}$	0,118	-	$= \omega(1-0{,}5\omega)$
$M_{i,Rd,\Theta}$	23,6	kNm	$= \mu b h_{eff}^2 f_{cd}$
$M_{i,RD,\Theta} > M_{d,i,6.11.b}$	OK		

Om de vervorming te kunnen bepalen is ook de reductie van de E-modulus van de wapening bepaald, door interpolatie van onderstaande tabel uit de Eurocode.

Tabel 3.2a — Waarden voor klasse N van de parameters van de spanning/rek-relatie van warmgewalst en koudvervormd betonstaal bij verhoogde temperaturen

Staaltemperatuur	$f_{sy,\theta} / f_{yk}$		$f_{sp,\theta} / f_{yk}$		$E_{s,\theta} / E_s$	
θ [°C]	warm-gewalst	koud-vervormd	warm-gewalst	koud-vervormd	warm-gewalst	koud-vervormd
100	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00
200	1,00	1,00	0,81	0,92	0,90	0,87

155 °C — 0,95

Gereduceerde E-modulus wapeningsstaal:
$E_{s,i\Theta}$ = 0,95 x 200.000 = 190.000 N/mm²

De gereduceerde eigenschappen zijn gebruikt om met behulp van de Hi-Con rekensheet van de gebruiksfase berekening de vervormingen voor de brandsituatie te bepalen.

Onderstaand de betreffende velden uit de sheet, met gemarkeerd de aangepaste variabelen.
NB: Voor de brandsituatie is de rekenwaarde van de staalsterkte gelijk aan de karakteristieke gereduceerde sterkte.

Material properties

Type	min 1,4	vol %	amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\,CRC}$	110	N/mm²	characteristic comprstrength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\,CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\,CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\,CRC}$	21.000	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,0	-	creep factor at $t \rightarrow \infty$
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\,CRC}$	470	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\,CRC}$	470	N/mm²	design tensile strength
E_s	190.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,52	-	$= E_s/E_{c0}$
$\alpha_{e\infty}$	9,05	-	$= E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	$= f_{ctd}(0{,}7\text{-}f_{ck}/200) > 0{,}45 f_{ctd}$

Section properties

Section	1		
from	0	mm	
length	2745	mm	
to	2745	mm	
b_i	1480	mm	width
h_i	66,7	mm	undamaged height
$c_{min,\,i}$	15	mm	cover
$\Delta c_{dev,\,i}$	5	mm	tolerance
$n_{s,i}$	25	stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8	mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	1257	mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	59	mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK	-	$0{,}26 b h_{eff} f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0{,}04 b h_{eff}$
$h_{eff,i}$	42,7	mm	$= h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0{,}5\phi_s$

Dit resulteert in de volgende vervormingen voor de brandsituatie:

Results deflection and stiffness fire situation

$w_{QP,short\,term}$	23,00 mm		
$w_{QP,\,long\,term}$	34,48 mm		
$w_{precamber}$	0 mm		
f_1	2,88 Hz	>	5,0 Hz

De permanente korte termijn doorbuiging voor de gebruikssituatie kan nog van de bepaalde doorbuiging worden afgetrokken. Dit betreft de doorbuiging onder het eigen gewicht die al is opgetreden voor de brandwerende gevels zijn geïnstalleerd. Zie de berekening eerder in dit rapport.
De bijkomende doorbuiging voor een brand van 60 minuten aan de bovenzijde van de trapelementen wordt daarmee:

$W_{bij,\Theta} = w_\Theta - w_{perm} = 23{,}0 - 3{,}39 = \quad 19{,}6\,mm$

Met $w_\Theta = w_{QP,short\,term}$ aangezien de duur van 60 minuten als korte periode beschouwd kan worden.

Dit is de doorbuiging in de vorm van kromming van de trapdelen en staat los van de verlenging van de trekstaaf. Deze beide resultaten moeten tegelijkertijd worden beschouwd bij het ontwerp van de glazen gevels en diens verbindingen. Zie ook het overzicht van de vervormingen in de bijlage.

De eigenfrequentie is bij een brandsituatie niet van belang.

NB De brandberekening gaat uit van een specifieke standaardbrand met een zeer snel verloop, de omstandigheden van een echte brand variëren sterk en hangen van veel factoren af. Het vervormen van de elementen is dan ook moeilijk te voorspellen.

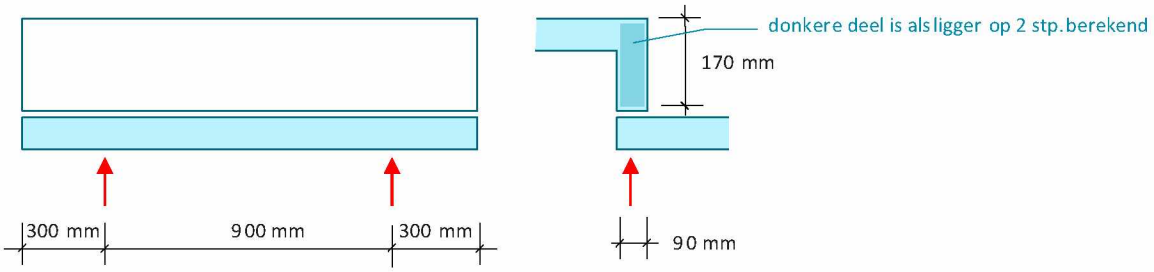
Voor een snel opkomende brand zal de buitenste betonschil zeer snel opwarmen en uitzetten, voordat het wapeningsstaal de berekende verhoogde temperatuur bereikt. Elementen kunnen als gevolg van deze uitzetting ook naar boven toe vervormen. Bij een langzaam opkomende brand zal de warmte zich geleidelijk verspreiden in het element en zal het staal zachter worden waardoor de elementen extra gaan doorhangen.

Het reduceren van de doorsnede hoogte en eigenschappen van het wapeningsstaal geeft een orde van grootte van de uiterste vervorming in geval van een langdurige brand (60 min.), zo moet deze berekening dan ook worden gelezen.

4.9 Berekening trede ter plaatse van oplegpunten

De oplegpunten op de oplegkoker worden aangenomen op ca. 1/5 en 4/5 van de breedte van de trap. Via deze punten wordt de belasting van de gehele trap op de oplegkoker overgedragen. De trede boven deze oplegging functioneert als het ware als ligger op twee steunpunten.

De 'ligger' heeft een hoogte van de optrede min de dikte van de voeg tussen de traptreden (trappen worden ter plaatse van de oplegging geknipt en aan elkaar verbonden met ingelijmde ankers)
Afmeting: 90 x 170 mm, dekking 15 + 8 = 23 mm (i.v.m. aanwezige wapening in de vorm van beugels.)



Onderste trede met daarin aangegeven de oplegpunten en de afmeting van de berekende trede

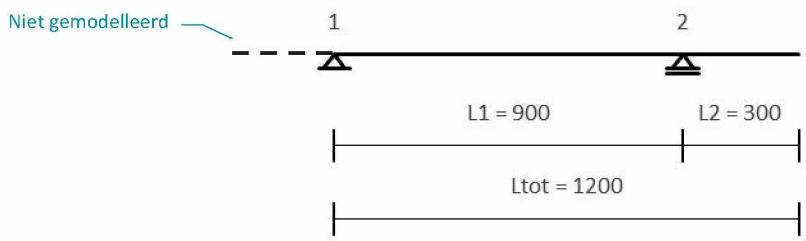
De lijnlasten van de gevels geven in principe een puntlast ter plaatse van de oplegging. De belasting vanuit de gevels verder van het steunpunt zal spreiden over de gehele breedte van de trap maar voor een conservatieve benadering is in deze berekening de volledige gevel als puntlast op het uiteinde van de trede gezet.
De bovenste trap geeft het maximale steunpuntsmoment ter plaatse van de onderste trede omdat hier de grootste gevelbelasting aanwezig is. Dit is gemodelleerd als uitkragende ligger op twee steunpunten.
De minimaal belaste trede (ter plaatse van de buitenste trappen met enkel balustrade) geeft het maximale veldmoment, dit is gemodelleerd als ligger op twee steunpunten waarbij de gunstige werking van de uitkragende uiteinden is verwaarloosd.

Reactiekrachten trappen:

$q_{G,opl}$ =	l x q_G =	2,745 x 4,25 =	11,7 kN/m
$q_{Q,opl}$ =	l x q_Q =	2,745 x 3,0 =	8,2 kN/m
$F_{G,gevel}$ =	l x $q_{gevel,max,gem}$ =	2,745 x 2,4 =	6,6 kN

Zie voor de herkomst van de belastingen eerder in dit rapport.

Controle t.p.v. maximaal steunpuntsmoment



Line loads

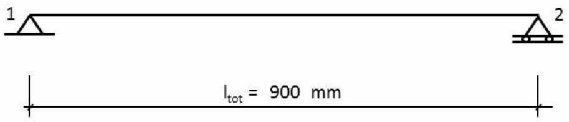
$q_{1,G,begin}$	-11,70	kN/m	$q_{1,G,end}$	-11,70	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-8,20	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-8,20	kN/m
distance a	0	mm	length	1200	mm

Point loads

$F_{1,G}$	-6,60	kN
$F_{1,Q}$	0,00	kN
distance a	1200	mm

Benodigde wapening:
2 Ø 8 bovenin de trede (1 Ø8 binnen de beugels, een extra staaf in de aantrede wordt ook gemobiliseerd)
Zie ook de volledige sheet in de bijlage.

Controle t.p.v. maximaal veldmoment



Line loads

$q_{1,G,begin}$	-11,700	kN/m	$q_{1,G,end}$	-11,700	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-8,200	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-8,200	kN/m
distance a	0	mm	length	900	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	900	mm

Benodigde wapening:
1 Ø 8 onderin de trede, binnen de beugels
Zie ook de volledige sheet in de bijlage.

4.10 Oplegreacties op hoofddraagconstructie

Maximale verticale reactie op vloerrand (ter plaatse van bovenste trap):

	G_k		Q_k	
R =	17,0	|	6,2	kN
$R_{d,max}$ ≈ 30 kN	(op 1,5 m breedte, dus ca. 20 kN/m)			

Maximale horizontale reactie op vloerrand (haaks op de trappen)

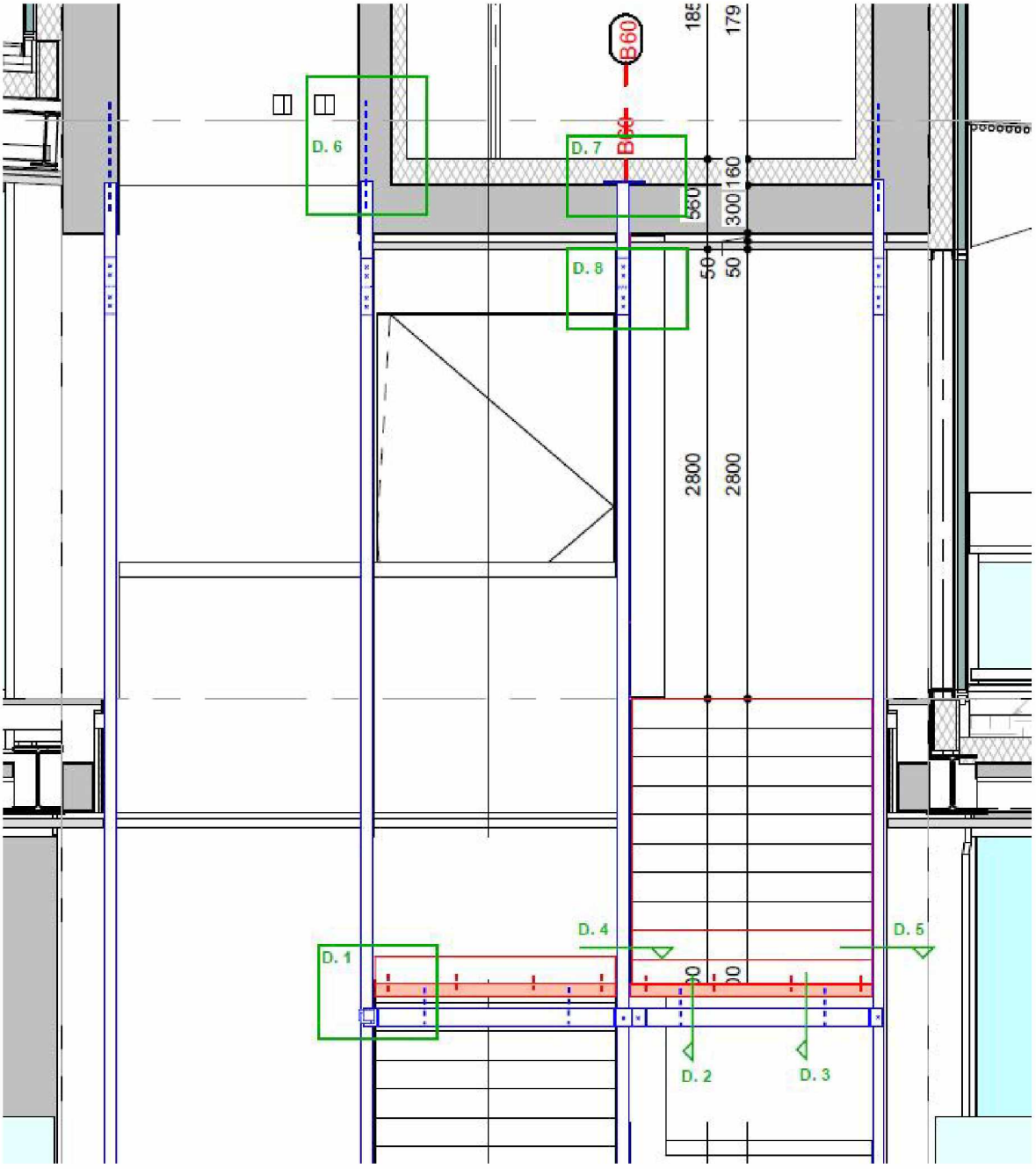
	G_k		Q_k	
R =	-	|	3,0	kN
$R_{d,max}$ ≈ 5 kN				

Maximale verticale reactie trekstang op dakvloer (ter plaatse van trekstang 2):

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R =	88,8	|	34,0	kN
$R_{d,max}$ ≈ 158 kN				

4.11 Berekening details trapdelen, oplegkokers en trekstangen

4.11.1 Overzicht berekende details



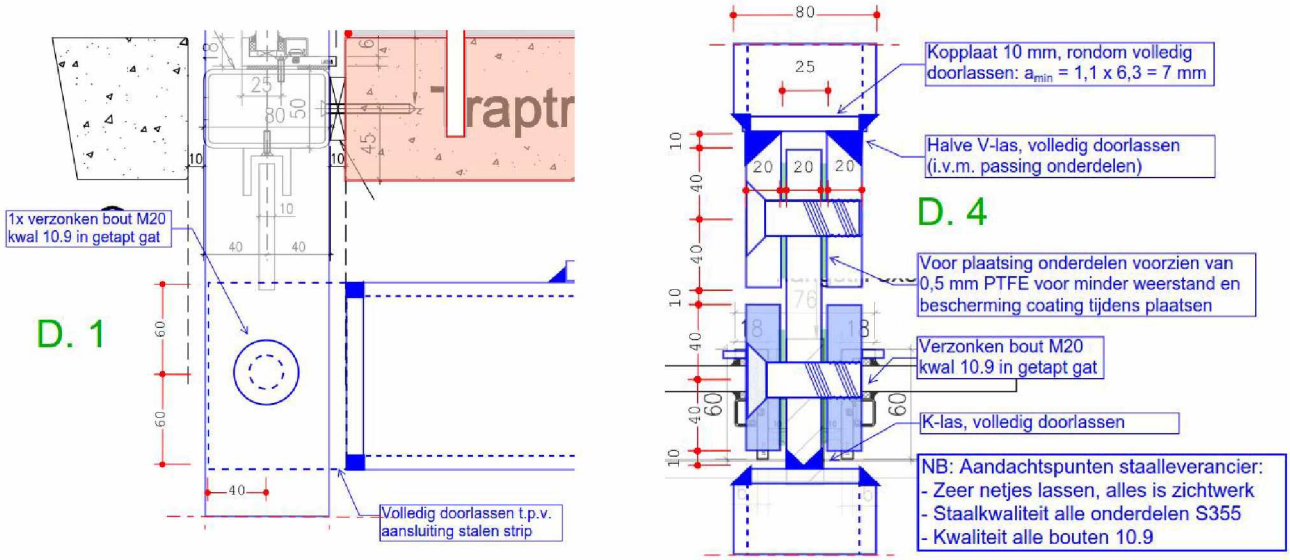
Overzicht details trappen en trekstangen

Zie voor de volledige details de bijlage.
NB: Alle boutenkwaliteit 8.8 en alle stalen onderdelen kwaliteit S355 tenzij anders vermeld

4.11.2 Bevestiging oplegkoker aan trekstang

Boutverbinding oplegkoker tegen trekstang

Het betreft een op afschuiving belastte dubbelsnedige penverbinding met verzonken bouten en schroefdraad in één van de strips. Zie details D.1, D. 4 en D. 5
Zowel de eindopleggingen als de tussenopleggingen (overal waar twee naast elkaar liggende trappen elkaar kruisen) worden op dezelfde manier bevestigd.
De grootste belasting treedt op waar twee trappen aansluiten, de oplegreactie van beide trappen gaat dan door de-zelfde verbinding met de trekstang.



Details D1 en D4 met maatvoering boutverbindingen

Maatgevende reactiekracht:
N_d = 59 kN Zie berekening eerder in dit rapport en bijbehorende TS/Liggers uitdraai

NB: Verder uitgewerkt en berekend door derden, niet in deze rapportage opgenomen.
Zie bijlage voor de tekening van Moeskops, zo is de staalconstructie uiteindelijk uitgevoerd.

Lasverbinding platen tegen oplegkokers

De lasverbinding is op twee manieren gecontroleerd:
- Controle over hele las, moment en dwarskracht en beide gecombineerd
- Controle moment over las ter plaatse van aansluitvlakken tussen kopplaat en kokerprofiel en controle dwars-kracht over tussenliggende lengte.

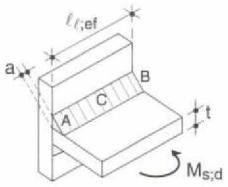
In de lasverbindingen treedt een combinatie van moment en dwarskracht op, de spanningen in de las worden bere-kend met onderstaande formules en gecombineerd getoetst aan de sterkte van de las.
Uitgangspunten:
- Volledig doorgelaste verbinding, dus 2a=t=20 mm
- Opgelaste plaat over volledige hoogte doorgelast (120 mm): Knoop tussen kopplaat, koker en opgelaste plaat moet dus ook volledig worden volgelast

- Staalkwaliteit onderdelen: S355

De maatgevende optredende krachten volgen uit de berekening van de oplegkokers, te vinden ter plaatse van detail D.4. Het gaat om de lasverbinding van de 20 mm dikke plaat tegen de kopplaat van het korte kokerdeel dat in de doorlopende koker wordt gehangen (bovenin afbeelding)

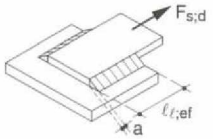
$M_{Ed,max}$ = 3,0 kNm
$V_{Ed,max}$ = 30 kN

Controle volledige las:



$$\sigma_1 = \tau_1 = \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \frac{M_{s;d}}{a\ell^2_{;ef}} \quad \text{(in A en B);} \qquad \tau_2 = 0$$

$$\sigma_1 = \tau_1 = 0 \quad \text{(in C);} \qquad \tau_2 = 0$$



$$\tau_2 = \frac{F_{s;d}}{2a\ell_{;ef}} \quad \text{indien} \quad \ell_{;ef} \leq 150a; \quad \sigma_1 = \tau_1 = 0$$

De maatgevende optredende krachten volgen uit de berekening van de oplegkokers, te vinden ter plaatse van detail D.4. Het gaat om de lasverbinding van de 20 mm dikke plaat tegen de kopplaat van het korte kokerdeel dat in de doorlopende koker wordt gehangen (bovenin afbeelding)

$M_{Ed,max}$ = 3,0 kNm
$V_{Ed,max}$ = 30 kN

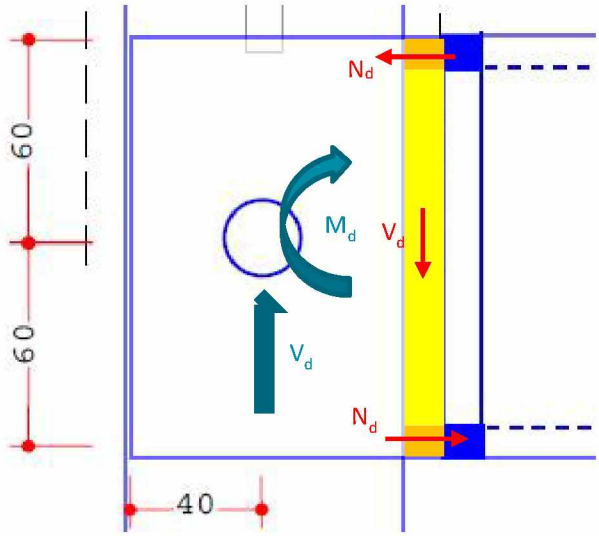
$\sigma_1 = 3 \times M_{s;d} / (\sqrt{2} \times a \times (l_{ef})^2) =$ $3 \times 3 * 10^6 / (\sqrt{2} \times 10 \times 120^2) =$ 5.1,2,e N/mm² ≤ $0{,}9\ f_u / \gamma_{M2}$
$= 0{,}9 \times 490 / 1{,}25 = 353$ N/mm² → Voldoet

$\tau_2 = F_{s;d} / (2 \times a \times l_{ef}) =$ $30 * 10^3 / (20 \times 120) =$ 13 N/mm² ≤ $f_u / (\gamma_{M2} \times \sqrt{3})$
$= 490 / (1{,}25 \times \sqrt{3}) = 226$ N/mm² → Voldoet

Gecombineerd:

$\sqrt{(\sigma_1^2 + 3 \times \tau_2^2)} =$ $\sqrt{(44^2 + 3 \times 13^2)} =$ 50 N/mm² ≤ $f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2})$
$= 490 / (0{,}9 \times 1{,}25) = 436$ N/mm² → Voldoet

Controle opgesplitste las:



Las t.b.v. moment, l_{ef} = 6,3 mm

Las t.b.v. dwarskracht, l_{ef} = 100 mm

$N_d = M_{Ed} / r = 3 / 0{,}11 = 27$ kN

Controle netto doorsnede staal t.p.v. belasting N_d:

$\sigma_s = N_d / (t \times l_{ef}) = 27 * 10^3 / (20 \times 6{,}3) =$ 214 N/mm² ≤ f_y = 355 N/mm² → Voldoet

Controle netto doorsnede staal t.p.v. belasting V_d:

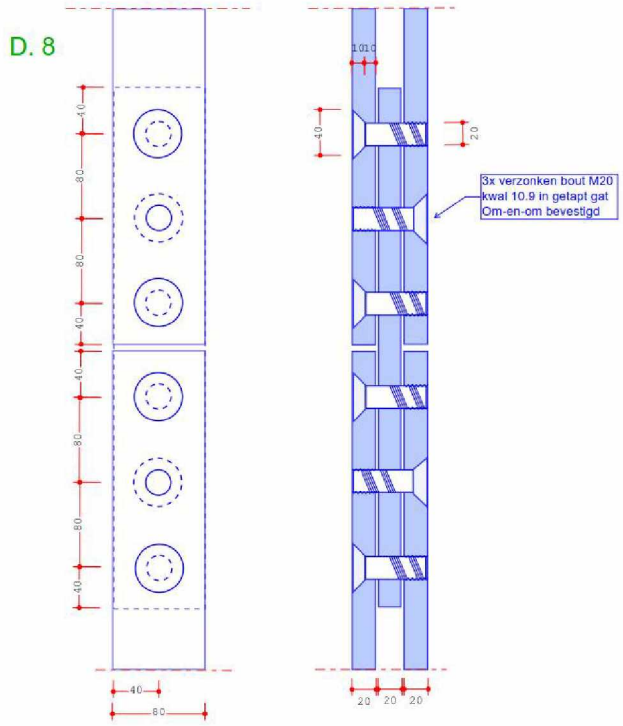
$\tau = V_d / (t \times l_{ef}) = 30 * 10^3 / (20 \times 100) =$ 15 N/mm² ≤ $f_y / \sqrt{3}$ = 355/ √3 = 205 N/mm² → Voldoet

4.11.3 Doorkoppeling trekstangen

Boutverbinding oplegkoker tegen trekstang

Het betreft een op afschuiving belastte dubbelsnedige boutverbinding. Zie detail D.8

De trekstangen worden onder het dak geknipt zodat het eindstuk kan worden meegestort met de dakvloer en dakopbouw waar later de rest van de trekstang onder gehangen kan worden.



Detail D8 met maatvoering boutverbinding

Maatgevende reactiekracht:

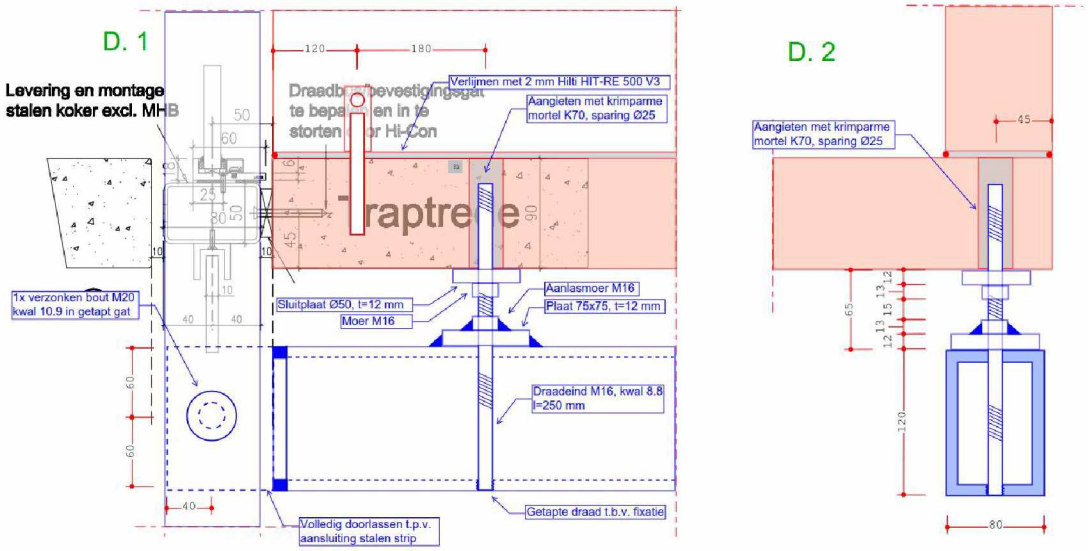
N_d = 158 kN Zie berekening maatgevende trekstang eerder in dit rapport en uitdraai TS/Raamwerken.

NB: Verder uitgewerkt en berekend door derden, niet in deze rapportage opgenomen.

Zie bijlage voor de tekening van Moeskops, zo is de staalconstructie uiteindelijk uitgevoerd.

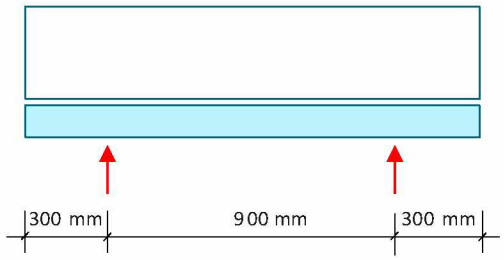
4.11.4 Bevestiging trapelementen op oplegkoker

Zie details D.1 en D.2



Details D1 en D2 met maatvoering

Mechanica schema, zie eerdere berekeningen:



De maximale oplegreactie op één van de oplegpunten is af te lezen uit de berekening van de trede ter plaatse van oplegpunten:

$R_{d,max}$ = 32 kN

Controle staaf M16, kwaliteit 8.8:

$R_{d,max} \leq$ $N_{Rd,max,M16}$ = 90,4 kN → Voldoet

Controle sluitplaat

De Hi-Con trappen worden opgelegd op een sluitplaat die met behulp van een moer op het M16 draadeind in hoogte verstelbaar is. De ronde sluitplaat is berekend volgens Timoshenko, zie rekensheet in de bijlage.

Dit leidt tot het volgende resultaat:

5.1.2,e toelaatbare spanning	f_{jd}	73,3 N/mm^2				$= {}^2/_3 k_b f_{cd} \leq f_{cd}$ (i.v.m. splijten)
Min. diameter ronde plaat	d_c	41,4 mm	≤	50 mm	voldoet	$= \sqrt{(4F_{t,Ed}/(\pi f_{jd}) + d_s^2)}$

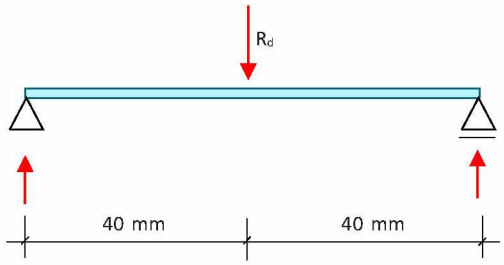
Min benodigde plaatdikte	t_{min}	11,06 mm	≤	12 mm	voldoet	$= \sqrt{k F_{t,Ed}/f_{yd}}$
Optredende spanning in de plaat	σ_{Ed}	301 N/mm^2	≤	355 N/mm^2	voldoet	$= kF_{t,Ed}/t^2$
Vervorming plaat	u_{max}	0,015 mm	≤	0,032 mm	voldoet	$= k_1 F_{t,Ed} a^2/\gamma_{gem} E t^3 \leq 0{,}002*2(a-b)$

Conclusie: een sluitplaat Ø50 met een dikte van t=12 mm voldoet bij toepassen van een gat Ø25 mm in het beton.

Controle oplegplaat

De oplegreactie wordt op het kokerprofiel overgebracht met behulp van een oplegplaat, dit omdat de wanddikte van de koker niet dik genoeg is. Er is een plaat van 75x75 mm, t=12 mm toegepast.

Mechanicaschema:



Controle dikte oplegplaat

De belasting wordt ingeleid door de aanlasmoer met s= 24mm, vanaf hier spreidt de belasting 1:2,5 tot een effectieve breedte van:

$b_{eff} = 24 + 2 \times 2{,}5 \times 12 = 84$ ≠≤ 75 mm → b_{eff} = 75 mm

$M_d = ¼ \times R_d \times l =$ ¼ x 32 *10^3 x 80 = 640.000 Nmm

$\sigma_s = M_d / W_{pl} =$ 640.000/ (1/4 x 75 x 12^2) = 237 N/mm^2 ≤ 355 N/mm^2 → Voldoet

Controle robuustheid draadeind

De draadeind M16 steunt de koker horizontaal, mogelijk kan enige excentriciteit optreden in de oplegging, daarom wordt de momentcapaciteit berekend:

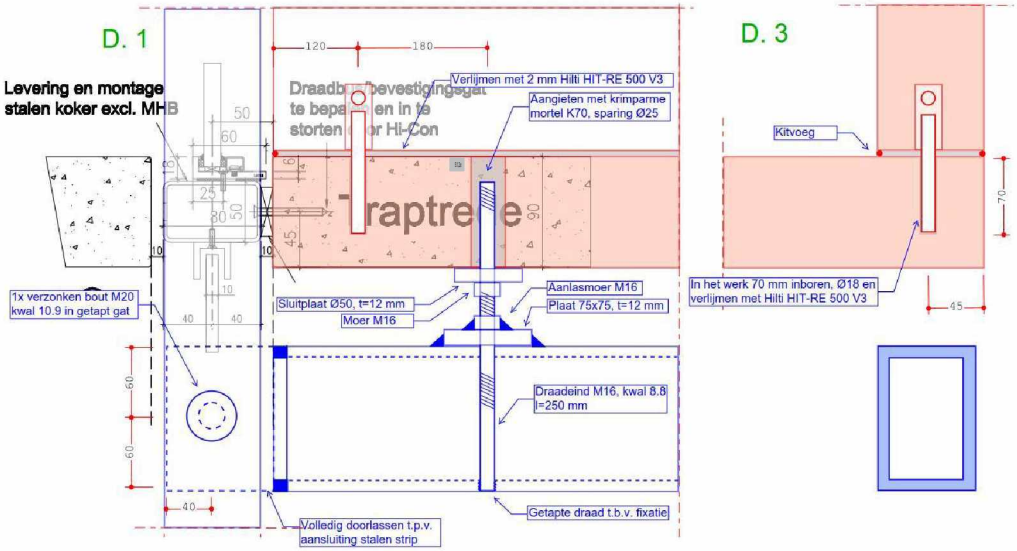
$M_{Rd} = 1{,}2 \times W \times fu =$ 1,2 x (1/32 x π x d_s^3) x 640 = 1,2 x (1/32 x π x 14,1^3) x 640= 0,21 *10^6 Nmm

Excentriciteit 5 mm geeft:

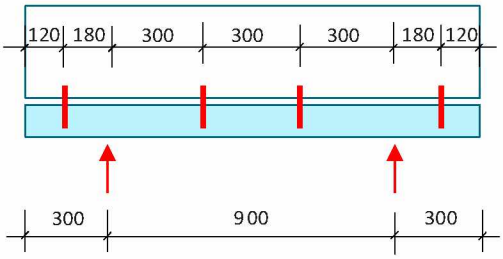
$M_{Ed} = 32 \times 0{,}005 = 0{,}16$ kNm ≤ 0,21 kNm

4.11.5 Koppeling trapdelen onderling

Zie details D.1 en D.3

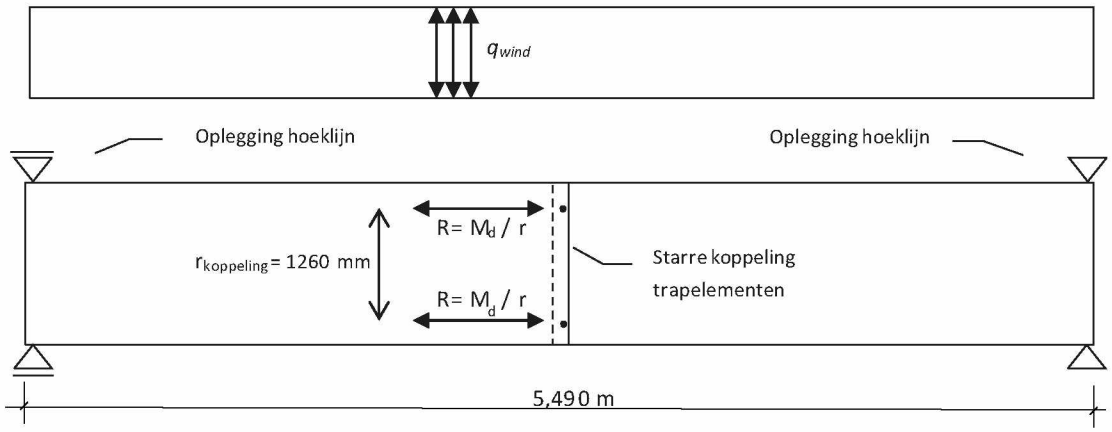


Details D1 en D3 met maatvoering



Aanwezige koppelingen: 4x M 16 ankerbussen in het bovenste trapdeel, ingelijmd in het onderste trapdeel.

Horizontale stabiliteit



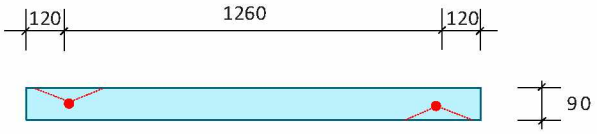
Maximale belasting op bovenstetrap in verband met de extra hogebrandwerende gevel die daar op staat.
Belasting bovenste gevelgemiddeld: (1,6 + 3,4) / 2 = 2,5 kN/m
De trap wordt belast door de halve bovenste gevel en een halve verdiepingshoge gevel:
q_{wind} = (2,5 + 1,9)/2 = 2,2 kN/m
($R_{wind,\ vloerrand}$ = ½ x q x l = ½ x 2,745 x 2,2 = 3,0 kN)

$M_{d,wind} = 1/8 * q_d * l^2 = 1/8 * 1,5 * 2,2 * 5,5^2 =$ 12,5 kNm

Deze belastingwerkt op de uiterste twee ankers;

$V_{d,wind} = M_{d,wind} / r =$ 12,5/1,26 = 9,9 kN per anker

Splijten beton:



Horizontale doorsnede optrede t.p.v. ankers met daarin aangegeven de uitbreek lijnen

Meewerkende lengte anker, maximaal:
l= 4Ø = 4* 16 = 64 mm ≠≤ lengte ankerbus M16 → l = 56 mm

Splijtoppervlak, spreiding 1:2, geeft:
h = 90/2 = 45 mm
½ b = 45x 2 = 90 mm (spreiding 1:2)
$A = 2x\ l\ x\sqrt{(h^2 + ½\ b^2)}$ = $2x\ 56\ x\sqrt{(45^2 + 90^2)}$ = 11.270 mm^2

$N_{spl} = \sigma_{tr,CRC} * A / \gamma_M = 5 * 11.270 / 1,5 =$ 37,6 kN

R_d = 9,9 kN < ½ N_{spl} = 18,8 kN → voldoet

NB: Aanwezigheid van wapening is hierin niet meegenomen.

Ophangen onderste trapdeel aan bovenste trapdeel

Maximale lijnlast =
$q_{d,max} = R_{d,max} / l =$ 30,0 / 1,5 = 20,0 kN/m

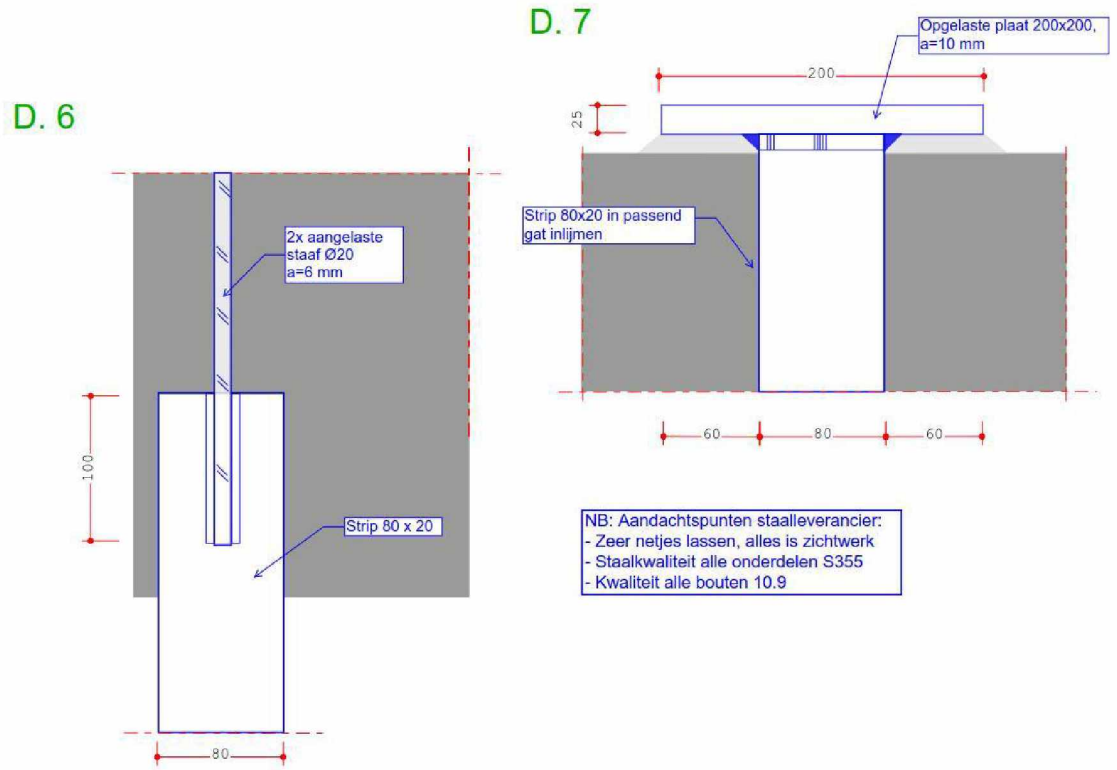
Aanwezig: 4x anker M16 rond de oplegpunten, maximaal h.o.h. 300 mm:

$N_{d,max} = q_{d,max}$ x $l_{h.o.h.}$ = 20,0 x 0,3 = 6,0 kN per anker
≤ $N_{Rd,max}$ = 16,8 kN (capaciteit ingelijmde M16 staaf, h_{ef} = 64 mm)
≤ $N_{Rd,max}$ = 25,0 kN (capaciteit M16 ankerbus)

→ voldoet

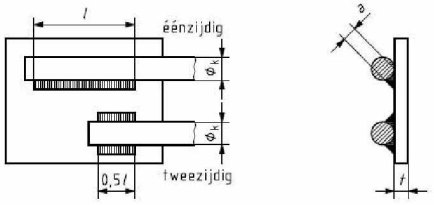
4.11.6 Bevestiging trekstangen in dakvloer

Zie details D.6 en D.7



Details D7 en D8 met maatvoering

Detail met aangelaste wapening opgenomen in betonnen dakopbouw

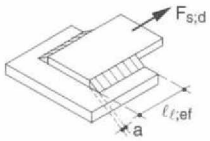
Soort verbinding			Uitvoering		Opmerkingen
Volg-nr.	Benaming	Figuur	Lasproces (bij voorkeur)	Toelaatbare Afmetingen mm	*l* laslengte *t* plaatdikte *a* naadhoogte
1	Staaf op plaat (afschuiving)		— beklede elektrode (rutiel) — MAG-lassen	$8 \le \varnothing_k \le 20$ $t \ge 0{,}5\ \varnothing_k$	$a \approx 0{,}3\ \varnothing_k$ *l* volgens constructieve berekening. modelfactor krachtoverdracht: $\gamma_M = 1{,}00$

Fragment tabel 2 uit NPR 2053: Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen

Staven Ø20 → $8 \le \varnothing_k \le 20$ → voldoet
Dikte strip 20 mm → $t \ge 0{,}5\varnothing_k = 10$ → voldoet

Lasdikte:
$a \approx 0{,}3\ \varnothing_k = 0{,}3 \times 20 = 6$ mm → a = 6 mm → voldoet

Controle las:



$$\tau_2 = \frac{F_{s;d}}{2a\ell_{\ell;ef}} \quad \text{indien} \quad \ell_{\ell;ef} \le 150a; \quad \sigma_1 = \tau_1 = 0$$

Laslengte: l_{ef} = 100 mm
Volledige verankering: $N_{Rd.\varnothing 20}$ = 136 kN

$\tau_2 = F_{s;d}/ (2 \times a \times l_{ef}) =$ 136 * 10^3 / (2 x 6 x 100) = 113 N/mm² ≤ 0,9 f_u/ γ_{M2}
= 0,9 x 490/ 1,25 = 353 N/mm² → Voldoet

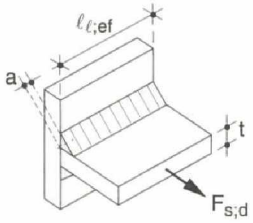
Controle wapening:

$N_{d,max}$ = 158 kN ≤ $N_{Rd} = 2 \times N_{Rd.\varnothing 20,} = 2 \times 136 = 272$ kN → voldoet

NB: Overlappingslengte in betonconstructie C30/37: 1070 mm bij goede aanhechting, neem l=1100 mm

Detail opgelaste plaat boven dakvloer
De trekstang 80x20, t=20 mm, wordt aan een plaat gelast van 200x200 mm, t=25 mm, met een lasdikte a=10 mm.

Controle las:



$$\sigma_1 = \tau_1 = \frac{F_{s;d}\sqrt{2}}{4a\ell_{\ell;ef}}; \quad \tau_2 = 0$$

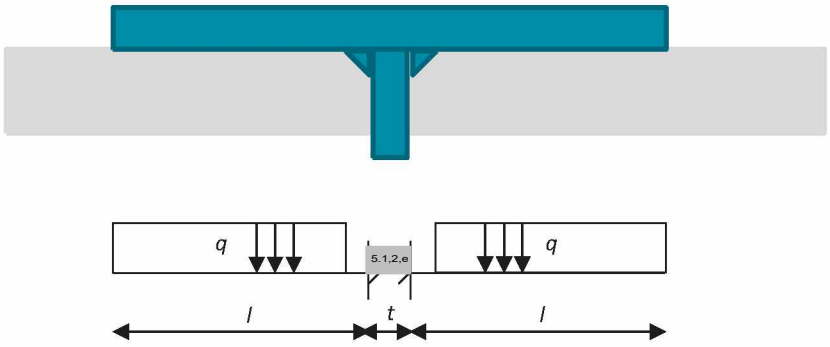
$\sigma_1 = \tau_1 =$ $F_{s;d}$ x √(2) / (4x a x l_{ef}) = 158 *10^3 x √(2) / (4x 10x 80) = 70 N/mm² ≤ 0,9 f_u/ γ_{M2}
= 0,9 x 490/ 1,25 = 353 N/mm² → Voldoet
≤ $f_u/ (\gamma_{M2} \times \sqrt{3})$
= 490/ (1,25 x √3) = 226 N/mm² → Voldoet

Gecombineerd:

$\sqrt{(\sigma_1^2 + 3 \times \tau_1^2)}$ = $\sqrt{(70^2 + 3 \times 70^2)}$ = 140 N/mm² ≤ $f_u/ (\beta_w \times \gamma_{M2})$
= 490/ (0,9 x 1,25) = 436 N/mm² → Voldoet

Controle staalplaat

Uitgangspunt is dat de trekstang in een passend gat wordt ingelijmd en dat de opgelaste plaat wordt opgelegd met een 20 mm mortelvoeg, krimparme mortel K70, en een betonkwaliteit van min. C30/37.



Schematisering opgelaste staalplaat

Vanaf de strip spreidt de belasting 1:2,5 over de opgelaste plaat tot een meewerkende breedte van:

b_{eff} = 80 + 2 x 2,5 x 25 = 205 ≠≤ 200 mm → b_{eff} = 200 mm

Optredende oplegspanning op het meewerkend oppervlak

l_{eff} = 200 -t – l_{las} =	200 – 20 – 2x15 =	150 mm	
σ_b = R_d / A_{eff} =	158 *10^3 / (150 x 200) =	5,3 N/mm²	≤ 0,7 $f_{cd, C30/37}$ = 0,7 x 20 = 14 N/mm²

Controle dikte staalplaat

M_d = ½ x σ_b x l^2 =	½ x 5,3 x 90^2 =	21.465 Nmm/mm	
σ_s = M_d / W_{el} =	21.465/ (1/6 x 1 x 25^2) =	206 N/mm²	≤ 355 N/mm² → Voldoet

4.11.7 Bevestiging tegen vloeren

Verticale oplegging op hoeklijn, trapdelen horizontaal fixeren met M12 boorankers h.o.h. 900 mm

NB: Verder uitgewerkt en berekend door derden, niet in deze rapportage opgenomen.

4.11.8 Bevestiging glazen en stalen gevel middelste trappen

Opgave voorzieningen en belasting door derden. Controle bevestigingsankers in kop traptreden

4.11.9 Bevestiging balustrade buitenste trappen

Opgave voorzieningen en belasting door derden. Controle bevestigingsankers in traptreden

4.11.10 Verbindingen bij brand

Voor de brandwerendheid van verbindingen geldt dat een verbinding voldoet als de coating (thermische weerstand) gelijk is aan de brandwerende coating van de aangrenzende elementen en de benuttingsgraad lager is dan die van de aangrenzende elementen.

Als dit niet op gaat kan gerekend worden met een reductiefactor voor verbindingen. Uitgangspunt is hierbij dat dezelfde brandwerende coating wordt toegepast als voor de aangrenzende onderdelen en dat de temperatuur gelijk is. Er is uitgegaan van een temperatuur van maximaal 350 °C voor de geldende brandwerendheid van 60 minuten.
Dit geeft onderstaande reductiefactoren:

Tabel D.1 — Reductiefactoren voor de sterkte van bouten en lassen

Temperatuur θ_a	Reductiefactor voor bouten, $k_{b,\theta}$ (trek en afschuiving)	Reductiefactor voor lassen, $k_{w,\theta}$
300	0,903	1,000
350 °C	0,84	0,94
400	0,775	0,876

Hieruit volgt een reductiefactor van 0,94 voor de sterkte van lassen en een reductiefactor van 0,84 voor de sterkte van bouten. Aangezien de belastingcombinatie brand een lagere belasting geeft (ca. factor 0,65) zal een dergelijke reductie van de sterkte in de brandsituatie geen probleem zijn.

Conclusie: De verbindingen voldoen.

4.12 Hijsen elementen

Afmeting:	ca. 3370 x 1500 x 90 mm
Gewicht:	< 2250 kg
Stootfactor hijsen bouwplaats:	1,7
Hijsankers:	Hijsen met banden
Factor hijsen onder een hoek (β<30°)	1,16
Totale belasting:	1,7 * 1,16 * 22,5 = 5.1,2,e kN

5 Berekening Hi-con schuine trappen

5.1 Algemeen

Voor de berekening van de wapening van de elementen wordt gebruikgemaakt van specifiek voor het materiaal CRC ontwikkelde Excel rekensheets.

5.2 Constructief systeem

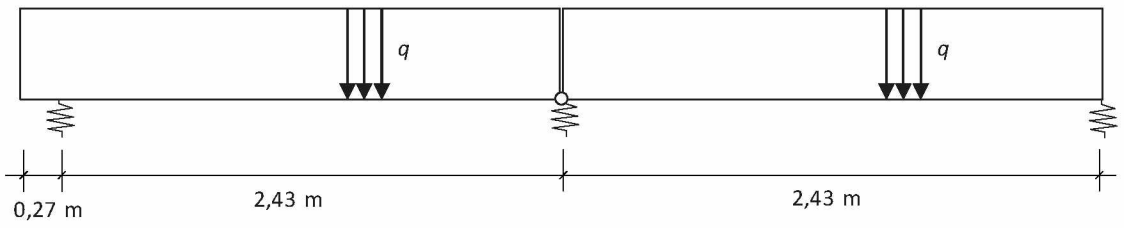
5.2.1 Uitgangspunten

- Trappen uit twee delen, met trekstang als tussensteunpunt
- Dikte 90 mm
- Breedte 1150 mm
- Per trapdeel:
  - 9 en 10 aantreden 270 mm
  - 9 en 10 optreden 180 mm
  - Maximale overspanning 2430 mm
- Milieuklasse XC1
- Dekking 15 mm
- Vezelpercentage 1,4 %
- Geen brandwerendheidseis

- Trekstangen 20x80 mm massief staal (S355), bevestigd aan dakconstructie
- Oplegkoker 80x120x6,3 (S355) tussen trekstangen

5.2.2 Mechanica schematisering

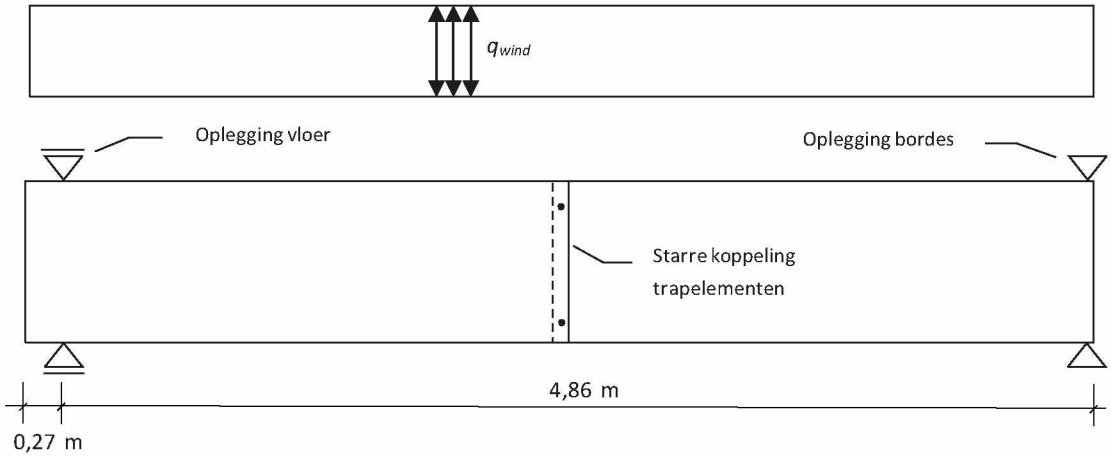
De trappen worden verticaal geschematiseerd, per deel, als ligger op twee steunpunten. Zowel ter plaatse van de deling als aan de uiteinden worden de trappen met een trekstang opgehangen aan het plafond. De trekstangen functioneren als verend steunpunt:



Mechanica schematisering, verticaal, met verende trekstang in het midden ter plaatse van de deling.

De (gunstige werking van de) uitkragende trede aan het uiteinde wordt in de berekening verwaarloosd.

Horizontaal worden de trappen gefixeerd aan het bordes aan de bovenzijde en tegen de vloer aan de onderzijde. Ter plaatse van de deling worden de trapdelen momentvast doorgekoppeld om horizontale stabiliteit te verzorgen.



Mechanica schematisering, horizontaal

5.3 Belastingen

Belastingen op de trappen:

Eigen gewicht: $q_{,G} = 0{,}065 \cdot 27 = 1{,}76 \mathrm{kN/m^2}$
(incl. 5 mm toeslag)
Eigen gewicht per meter: $q_G = 1{,}15 \cdot 4{,}25 = 4{,}9\ kN/m$
Lijnlast balustrade: $q_G = 0{,}75\ kN/m$ (per kant)

Vuistregel: lijnlasten worden verdeeld over 8 keer de dikte van de plaat: 8*0,090 =0,72 ≤ halve trapbreedte.
→ Belasting niet aangepast, komt overeen met werkelijke belasting. NB: belasting is symmetrisch.

Veranderlijke bel: $q_Q = 1{,}15 \cdot 3{,}0 = 3{,}5\ kN/m$
Veranderlijke bel: $F_Q = 3\ kN$ (Niet maatgevend i.v.m. grote overspanning)

Horizontale belasting: wind op binnenwanden
$q_p(z_i)$ = 1,03 kN/m² (windgebied II, onbebouwd, hoogte max. 18 meter)
c_{pi} = -0,5 (bovengrens voor inwendige druk/zuiging)
w_i = 1,03 x 0,5 = 0,52 kN/m²
Lijnlast balustrade 1,2 m hoog: $q_{Q,h} = 1{,}2 \cdot 0{,}52 = 0{,}62\ kN/m$

5.4 Controle trekstang

De belasting op de trekstangen is het grootst ter plaatse van de deling van de trap, per trekstang geeft dit:

$\frac{1}{2}R_{trap,max}$ = 2x ½ l x ½ b x (q_G | q_Q) + 2x ½ l x q_{bal}=
2,43 x 0,58 x (4,25 | 3,0) + 2,43 x (0,75 |-)= 7,8 | 4,2 kN

Daarbij komt het gewicht van het staal (oplegkoker 80x120x6,3 en trekstang 80x20)

G_{max} = 7,2 x 0,02 x 0,08 x 80 + ½ x 1,2 x 18,2/100 = 1,0 | - kN

N_d = 1,2 x (7,8 +1,0) + 1,5 x 4,2 = 16,9 kN
A_s = 20 x (80 – $Ø_{gat,max}$) = 20 x (80-30) = 1000 mm²
σ_s = N_d / A_s = 16,9 *10³ / 1000 = 16,9 N/mm² ≤ 355 N/mm² → Voldoet

Controle eigenfrequentie trekstang

Als eerder aangegeven worden de vervorming en het trillingsgedrag van de trappen beïnvloed doordat de trekstangen als verend steunpunt fungeren. De stijfheid van de veer wordt bepaald door de lengte en doorsnede van de trekstang. Voor controle van het trillingsgedrag wordt gebruik gemaakt van de quasi-blijvende combinatie.
Reactiekracht quasi-blijvende combinatie:

$R_{QB,max}$ = 1,0 x R_G + 0,3 x R_Q = 1,0 x 8,8 + 0,3 x 4,2 = 10,1 kN

l_{max} = 7,2 m
$N_{QB,max}$ = m = 10,1 kN = 18200 kg
k= EA_s/l_{max} = 2,1 *10⁵ x (20 x 80) / (7,2 *10³) = 46.667 N/mm= 46.667 *10³ N/m
$f_{0,max}$ = 1/(2π) x √(k/m) = 1/(2π) x √(46.667 *10³ / 10100) 10,8 Hz ≥ 5 Hz → Voldoet

NB: Deze eigenfrequentie geldt dus als nabij de trekstang op de trappen gelopen/gesprongen wordt.
Om het trillingsgedrag van het systeem van trappen en trekstangen te bepalen worden de veerstijfheden van de trappen en trekstangen later in deze berekening gecombineerd.

5.5 Controle oplegkoker

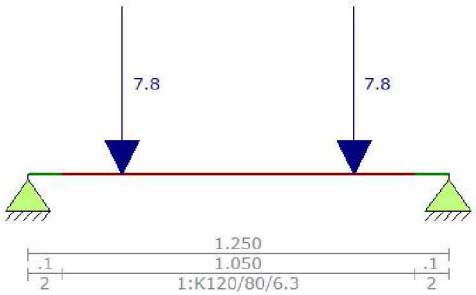
De trappen worden op kokerprofielen bevestigd die tussen de trekstangen in komen te hangen. De maatgevende oplegkokers bevinden zich ter plaatse van de deling tussen de trappen

De maximale oplegreactie vanuit de trappen is hierboven al bepaald:

$\frac{1}{2}R_{trap,max}$ = 7,8 | 4,2 kN

De oplegpunten van de trap worden op 1/5 en 4/5 van de trapbreedte aangenomen.

De oplegkoker is gemodelleerd als ligger op twee steunpunten (tussen de trekstangen). Zowel de koppeling met de trekstang als de onderlinge koppeling worden gemaakt met aangelaste stalen strips. In TS/Liggers is deze verandering van doorsnede rond de steunpunten meegenomen in de doorsnedesectoren (als strip 20x120 mm).

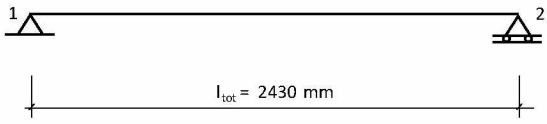


TS/Liggers afbeelding van de dubbele en de enkele oplegkoker met permanente belasting

Zie bijlage voor de volledige uitdraai van TS/Liggers.
→ Koker 80x120x6,3 (S355) voldoet

5.6 Berekening trapdelen

De trapdelen zijn gemodelleerd als ligger op twee steunpunten met een lengte van 2430 mm en de belastingen als eerder in dit rapport aangegeven.



5.1,2,e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-4,888	kN/m	$q_{1,G,end}$	-4,888	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-3,450	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-3,450	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm
$q_{2,G,begin}$	-0,750	kN/m	$q_{2,G,end}$	-0,750	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm
$q_{3,G,begin}$	-0,750	kN/m	$q_{3,G,end}$	-0,750	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm

Wapening van Ø8-100 voldoet voor alle trappen, zie ook de volledige rekensheets in de bijlage.

De wapening bestaat uit beugels die in elke optrede en aantrede worden geplaatst, zie principe hoofdtrappen.

Vervorming en trillingsgedrag

De doorbuiging en eigenfrequentie zijn ook met de Excel rekensheet berekend, met een aanvullende controle is het effect van het veren van de trekstang bekeken.

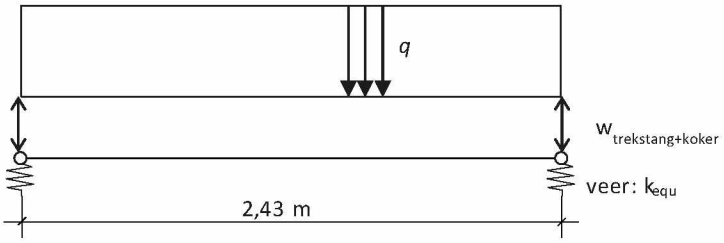
Resultaten berekening zonder invloed van het verende steunpunt ter plaatse van de trekstang:

Results deflection and stiffness

w_{added}	1,69 mm	<	7,29 mm	✓
w_{end}	2,66 mm	<	9,72 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	10,67 Hz	>	5,0 Hz	✓
Occured percentage of creep due to G at t = 0:	0%			

Zie ook de volledige rekensheet in de bijlage.

Als eerder aangegeven worden de vervorming en het trillingsgedrag van de trappen beïnvloed doordat de trekstangen en oplegkokers als verend steunpunt fungeren.



Verticale vervorming als gevolg van verlening trekstangen en doorbuiging oplegkokers

De veer die ontstaat door rekken van de trekstang geeft een minimale veerstijfheid van:

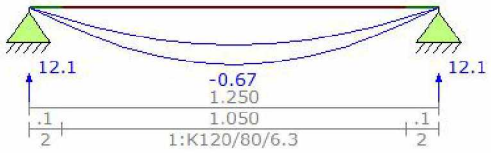
l_{max} = 7,2 m

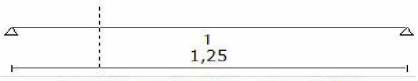
$k_{trekstang} = EA_t/l_{max}$ = 2,1 *10^5 x (20 x 80) / (7,2 *10^3) = 46.667 N/mm

NB: dit is de minimale veerstijfheid, bij maximale lengte van de trekstang. Voor de verschillende trekstangen is voor de eenvoud dezelfde veerstijfheid aangenomen.

De veer die ontstaat door doorbuigen van de oplegkoker geeft een minimale veerstijfheid van:

VERPLAATSINGEN B.C:7 Karakteristiek (6.14b) [mm]





Resultaten van veld:1 op pos:0.280

Momenten	-3,38
Dwarskr.	-12,06
Verpl.[mm]	-0,45

Doorbuiging en reactie karakteristieke combinatie t.b.v. bepaling veerstijfheid

$k_{oplegkoker} = F/w_{oplegpunt}$ = 12,1 *10^3 / 0,45 = 26.889 N/mm

De veerstijfheden van de trekstang en de oplegkoker (ter plaatse van de oplegging van de trap) zijn bij elkaar opgeteld om de veer onder de steunpunten te bepalen.
Omdat twee trapdelen op dezelfde trekstang en koker rusten zal de werkelijk reactiekracht een zakking veroorzaken die 2x zo groot is als door de reactie van één trapdeel in de rekensheet. Om dit te verrekenen is de veerstijfheid in de berekening gehalveerd. Voor de eenvoud is aangenomen dat dit geldt voor beide steunpunten van elk trapdeel.

$1/k_{equ,tot} = 1/k_{trekstang} + 1/k_{oplegkoker}$ → $k_{equ,tot}$ = 17.060 N/mm, ½ $k_{equ,tot}$ = 8.530 N/mm

Dit levert de volgende resultaten op:

Doorbuiging en eigenfrequentie t.g.v. veer onder beide steunpunten

$k_1 = k_2$	8530 kN/m								
R_G	7,76 kN	$w_{added,extra}$	0,49 mm	$w_{added,tot}$	2,18 mm	<	7,29 mm	✓
R_K	11,95 kN	$w_{end,extra}$	1,40 mm	$w_{end,tot}$	4,06 mm	<	9,72 mm	✓
$R_{Fequi,1}$	4,810 kN	$w_{Fequi,extra}$	0,56 mm	$f_{1,L2}$	9,51 Hz	>	5,0 Hz	✓

De trappen voldoen daarmee aan de maximale vervormingseisen en de minimale eigenfrequentie.

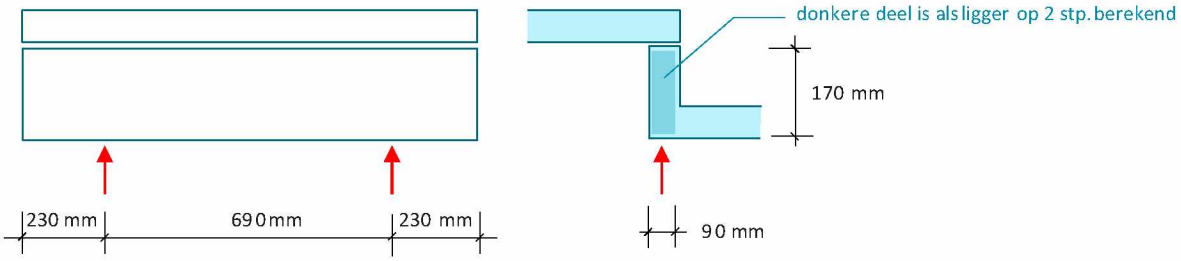
5.7 Berekening trede ter plaatse van oplegpunten

De oplegpunten op de oplegkoker worden aangenomen op ca. 1/5 en 4/5 van de breedte van de trap. Via deze punten wordt de belasting van de gehele trap op de oplegkoker overgedragen. De optrede ter plaatse van deze oplegging functioneert als het ware als ligger op twee steunpunten.

Voor het oplegpunt ter plaatse van de deling in het midden van de trap geldt:
De liggerhoogte is gelijk aan de berekende ligger voor de hoofdtrappen. Overspanning en belasting zijn kleiner.
Conclusie: De aanwezige wapening in de trede voldoet. Zie eerdere berekening

Voor het oplegpunt ter plaatse van de aansluiting op het bordes geldt:
Voor het veldmoment geldt hetzelfde als ter plaatse van de deling, de aanwezige wapening (1Ø8) voldoet.

Het maximale steunpuntsmoment is opnieuw bepaald voor deze situatie:



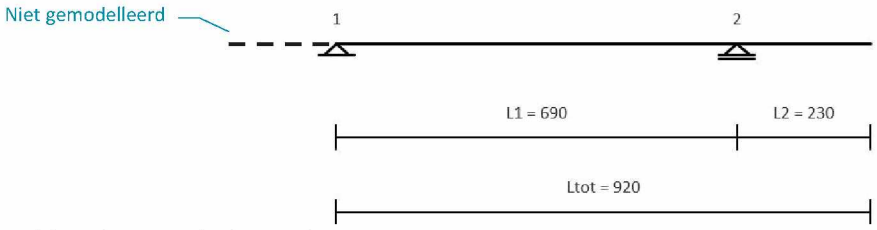
bovenste trede met daarin aangegeven de oplegpunten en de afmeting van de berekende trede

De lijnlasten van de gevels geven in principe een puntlast ter plaatse van de oplegging. De belasting vanuit de gevels verder van het steunpunt zal spreiden over de gehele breedte van de trap maar voor een conservatieve benadering is in deze berekening de volledige gevel als puntlast op het uiteinde van de trede gezet. Dit is gemodelleerd als uitkragende ligger op twee steunpunten.

Reactiekrachten trappen:

$q_{G,opl}$ =	l x q_G =	2,43 x 4,25 =	10,3 kN/m
$q_{Q,opl}$ =	l x q_Q =	2,43 x 3,0 =	7,3 kN/m
$F_{G,gevel}$ =	l x $q_{gevel,max,gem}$ =	2,43 x 0,75 =	1,8 kN

Zie voor de herkomst van de belastingen eerder in dit rapport.



Modellering bovenste trede t.b.v. controle steunpuntsmoment

5.1.2.e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-10,30	kN/m	$q_{1,G,end}$	-10,30	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-7,30	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-7,30	kN/m
distance a	0	mm	length	920	mm

Point loads

$F_{1,G}$	-1,80	kN
$F_{1,Q}$	0,00	kN
distance a	920	mm

Benodigde wapening:
1 Ø 8 bovenin de trede voldoet
Zie ook de volledige sheet in de bijlage.

5.8 Oplegreacties op hoofddraagconstructie

Maximale verticale reactie trekstang op dakvloer:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R =	8,8	|	4,2	kN

$R_{d,max} \approx 17$ kN

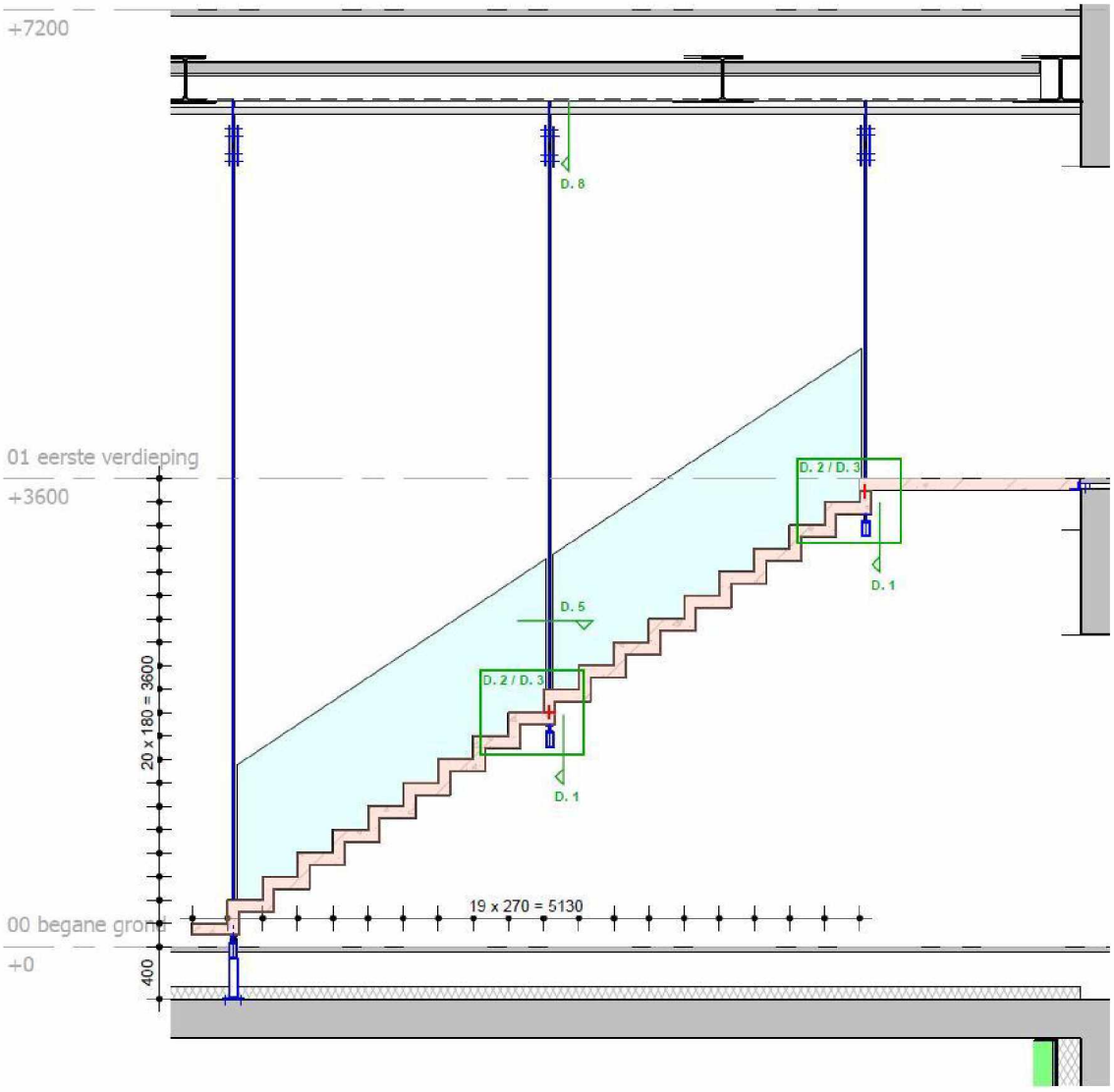
Deze trappen hangen verticaal volledig aan trekstangen en steunen horizontaal af op het bovenliggende bordes en onderaan op de vloer. (zie berekening verderop in dit rapport)
Maximale horizontale reactie op vloerniveau (haaks op de trappen)

	G_k		Q_k	
R =	-	|	1,5	kN

$R_{d,max} \approx$ 2,5 kN

5.9 Berekening details trapdelen, oplegkokers en trekstangen

5.9.1 Overzicht berekende details



Overzicht details trappen en trekstangen

Zie voor de volledige details de bijlage.
NB: Alle boutenkwaliteit 8.8 en alle stalen onderdelen kwaliteit S355

5.9.2 Bevestiging oplegkoker aan trekstang

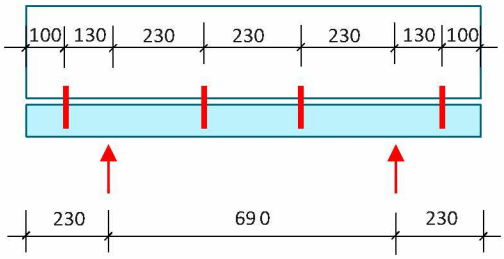
Zie details D.1 en D. 5
De bevestiging komt overeen met de hoofdtrappen.
NB: Verder uitgewerkt en berekend door derden, niet in deze rapportage opgenomen.

5.9.3 Doorkoppeling trekstangen

Zie detail D.8
De bevestiging komt overeen met de hoofdtrappen.
NB: Verder uitgewerkt en berekend door derden, niet in deze rapportage opgenomen.

5.9.4 Koppeling trapdelen onderling

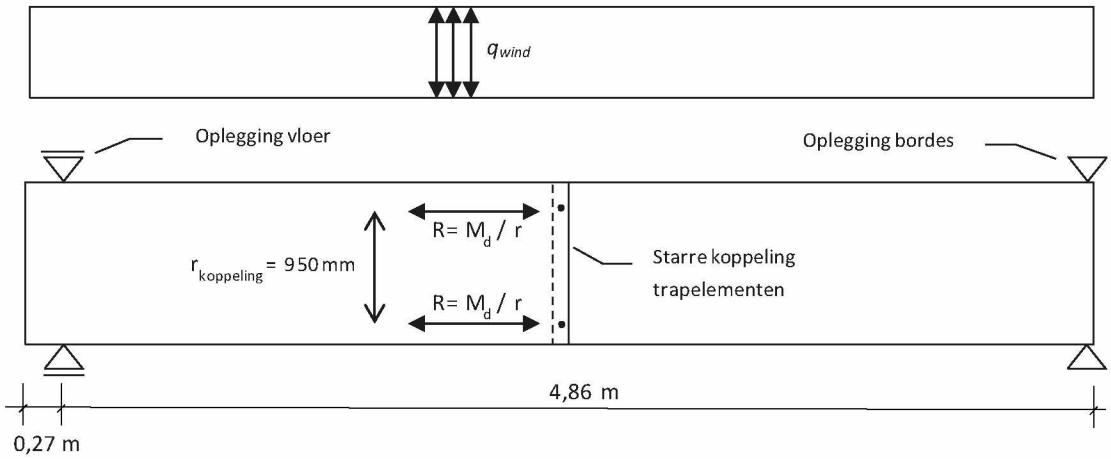
Zie details D.1 en D.3
De bevestiging komt overeen met de hoofdtrappen, die zijn maatgevend. Zie eerdere berekening voor het ophangen van de onderste trap aan de bovenste.



Aanwezige koppelingen: 4x M 16 ankerbussen in het bovenste trapdeel, ingelijmd in het onderste trapdeel.

Het bordes zal op eenzelfde manier aan het bovenste trapdeel worden gekoppeld.

Horizontale stabiliteit



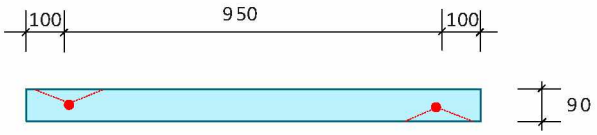
q_{wind} = 0,62 kN/m

$M_{d,wind} = 1/8 * q_d * l^2 = 1/8 * 1,5 * 0,62 * 4,86^2 =$ 2,75 kNm

Deze belasting werkt op de uiterste twee ankers;

$V_{d,wind,max} = M_{d,wind} / r =$ 2,75/0,95= 2,9 kN per anker

Splijten beton:



Horizontale doorsnede optrede t.p.v. ankers met daarin aangegeven de uitbreek lijnen

Meewerkende lengte anker, maximaal:
l= 4Ø = 4* 16 = 64 mm ≠≤ lengte ankerbus M16 → l = 56 mm

Splijtoppervlak, spreiding 1:2, geeft:
h = 90/2 = 45 mm
½ b = 45x 2 = 90 mm (spreiding 1:2)
$A = 2x\ l\ x\sqrt{(h^2 + ½\ b^2)}$ = $2x56\ x\sqrt{(45^2 + 90^2)}$ = 11.270 mm^2

$N_{spl} = \sigma_{tr,CRC} * A / \gamma_M = 5 * 11.270 / 1,5 =$ 37,6 kN

R_d = 2,9 kN < ½ N_{spl} = 18,8 kN → voldoet

NB: Aanwezigheid van wapening is hierin niet meegenomen.

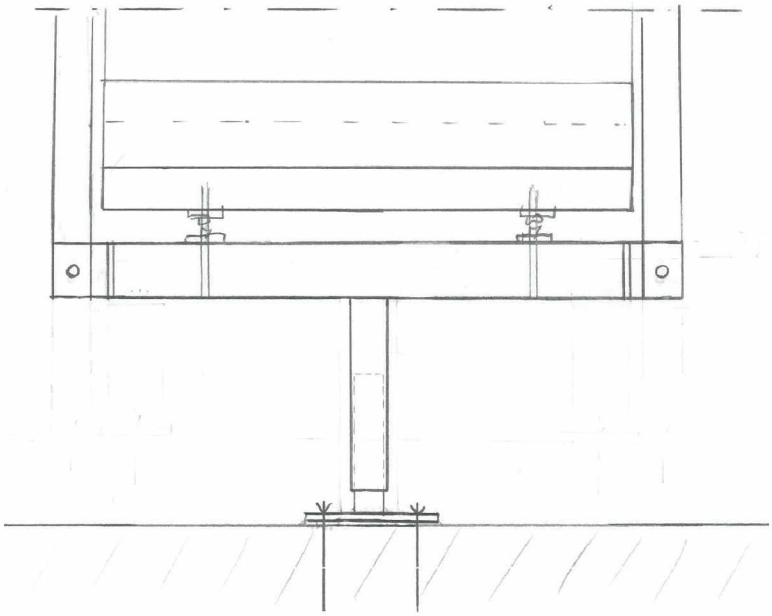
5.9.5 Bevestiging trekstangen aan dak

De trekstangen moeten worden opgehangen aan de staalconstructie van de bovenliggende vloer/dak. Een strip 80x20 die aan de staalconstructie is bevestigd kan met de trekstang 80x20 worden doorgekoppeld volgens de eerder berekende verbinding. Zie detail D. 8

NB: Uitwerking verbinding strip tegen stalen dakconstructie door derden.

5.9.6 Bevestiging tegen vloeren

De schuine trappen worden voor het oog zwevend aangebracht. Om de trappen wel horizontaal te steunen wordt in het hart van de oplegkoker een pootje aangelast welke op de onderliggende constructieve vloer wordt bevestigd.



Controle robuustheid draadeind
De twee draadeinden M16 dragen de horizontale belasting vanuit de trap over op de stalen oplegkoker.
Momentcapaciteit draadeind:

M_{Rd} = 1,2 x W x fu= 1,2 x(1/32 x π x d_s^3) x 640= 1,2 x(1/32 x π x $14,1^3$) x 640= 0,21 *10^6 Nmm

De draadeind is aan boven- en onderzijde ingeklemd, daarom geldt voor de maximaal opneembare dwarskracht:

M_{Ed} = V_{Ed} x l/2 → V_{Rd} = M_{Rd} x 2/ l = 0,21 *10^6 x 2 / 59 = 7,1 kN
Voor de arm is de afstand van onderzijde trap tot hart oplegplaat genomen: l = 65 – 6 = 59 mm

Maximale horizontaalbelasting is het maximum van:

- Wind: ½ x $q_{w,d}$ x l = ½ x 1,5 x 0,62 x 7 = 3,3 kN
- 1 kN
- 10% verticale reactie = 0,1 x $N_{d,max,trekstang}$ = 0,1 x 17 = 1,7 kN

≤ 7,1 kN → Voldoet

Controle pootje en strip

Het maximaal optredende moment wordt bepaald door de horizontale belasting met als maximale arm de hoogte van vloer tot waar de kracht aangrijpt, boven aan de oplegkoker
$M_{Ed,max}$ = $F_{H,max}$ x h= 3,3 x 0,6= 2,0 kNm

Dit is conservatief, in werkelijkheid zijn alle verbindingen inklemmingen. Voor de eenvoud en robuustheid zijn alle onderdelen op hetzelfde maximale moment gecontroleerd.

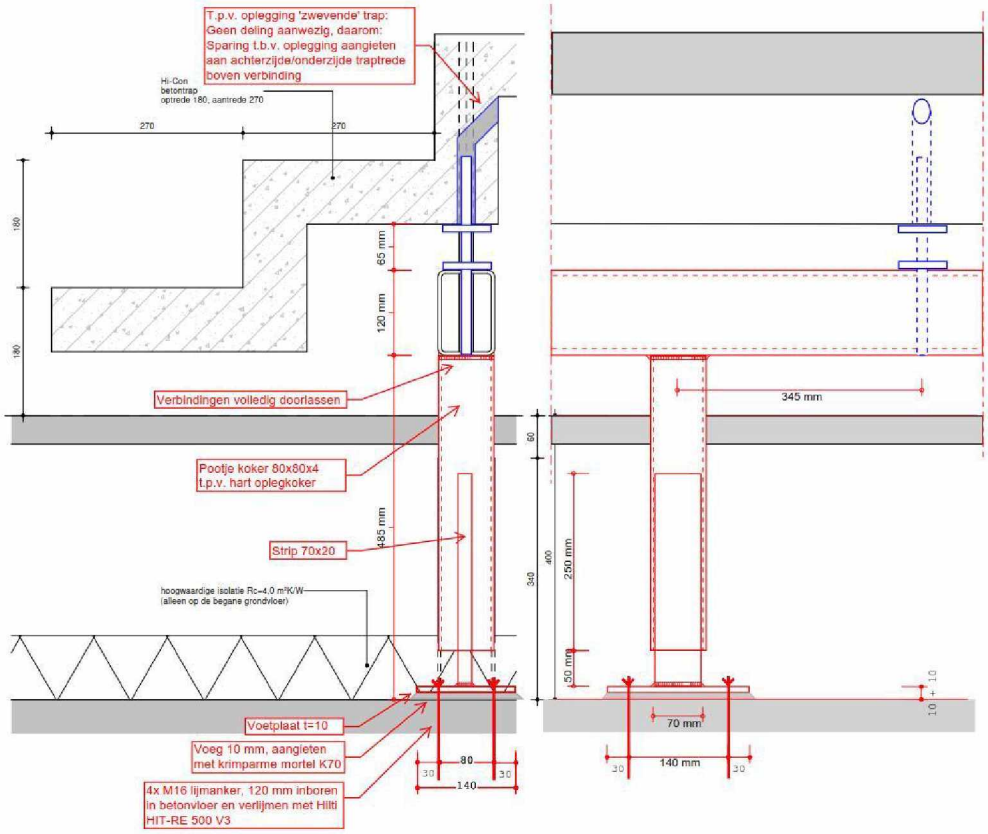
Controle kokerprofiel 80x80x4, S355:

$\sigma_s = M_{Ed,voetplaat} / W_{el} =$	$2,0 * 10^6 / (28,6 * 10^3) =$	$70\ N/mm^2$	$\leq 355\ N/mm^2$	→ Voldoet

Controle strip 20x70, S355:

$\sigma_s = M_{Ed,voetplaat} / W_{el} =$	$2,0 * 10^6 / (1/6 \times 20 \times 70^2) =$	$122\ N/mm^2$	$\leq 355\ N/mm^2$	→ Voldoet

Controle verbinding met vloer



Principedetail pootje onder oplegkoker t.b.v. oplegging schuine trappen

Controle stalen voetplaat 140x10, l=200 mm, S355

$M_{Ed,koker} =$	Zie bovenstaand	2,0 kNm	
$r =$	$70 + 35 =$	105 mm	
$N_{Ed} =$	$M_{Ed,koker} / r =$	$2,0 * 10^6 / 105 =$	19,0 kN
$M_{Ed,voetplaat} =$	$N_{Ed} \times r_{anker->profiel} =$	$19,0 * 10^3 \times \sqrt{(30^2 + 35^2)} =$	0,88 kNm
$\sigma_s = M_{Ed,voetplaat} / W_{pl} =$	$0,88 * 10^6 / (1/4 \times 140 \times 10^2) =$	$251\ N/mm^2$	$\leq 355\ N/mm^2$ → Voldoet

Controle ingelijmde ankers

4x M16, 120 mm ingeboord en verlijmd met Hilti Hit-RE 500 V3, voldoet. Zie berekening in de bijlage.

5.9.7 Bevestiging balustrade

Opgave voorzieningen en belasting door derden. Controle bevestigingsankers in traptreden

5.10 Hijsen elementen

Afmeting:	ca. 3270 x 1150 x 90 mm
Gewicht:	< 1800 kg
Stootfactor hijsen bouwplaats:	1,7
Hijsankers:	Hijsen met banden

Hoofdtrappen zijn maatgevend, zie eerdere berekening

6 Berekening bordessen schuine trappen

6.1 Algemeen

Voor de berekening van de wapening van de elementen wordt gebruikgemaakt van specifiek voor het materiaal CRC ontwikkelde Excel rekensheets.

6.2 Constructief systeem

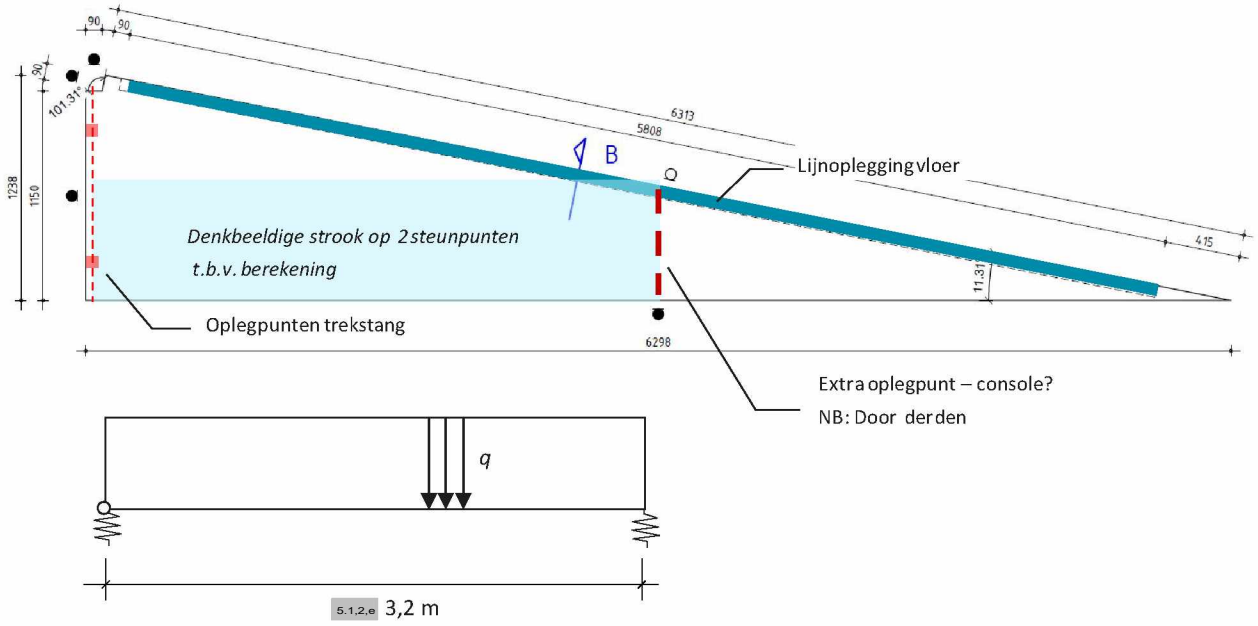
6.2.1 Uitgangspunten

- Bordessen uit één stuk
- Dikte 90 mm
- Maximale overspanning 3,2 meter, vorm en oplegpunten verschillen
- Milieuklasse XC1
- Dekking 15 mm
- Vezelpercentage 1,4 %
- Geen brandwerendheidseis

- Trekstangen 20x80 mm massief staal (S355), bevestigd aan dakconstructie
- Oplegkoker 80x120x6,3 (S355) tussen trekstangen

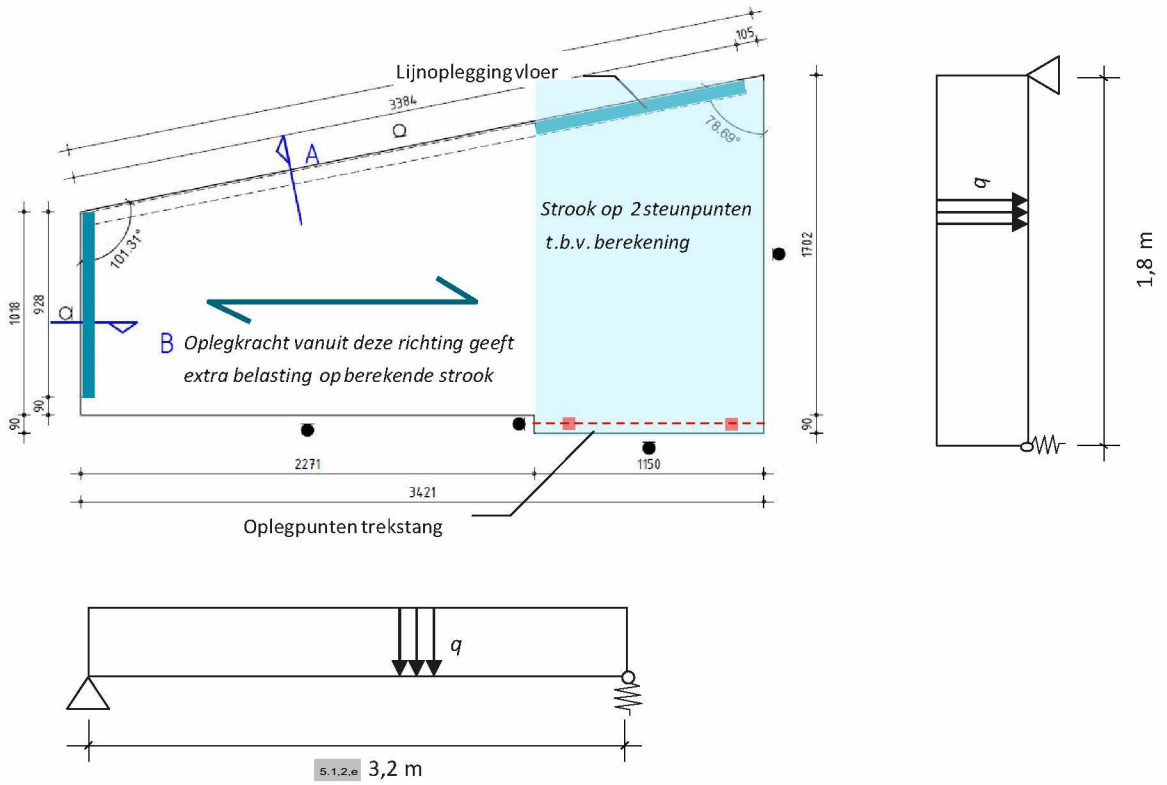
6.2.2 Mechanica schematisering

De bordessen worden verticaal geschematiseerd als ligger op twee steunpunten. In werkelijkheid ontstaat een 3-zijdig opgelegde plaat en dus een gunstiger situatie. Langs de vloerrand worden de bordessen opgelegd over de hele lengte met behulp van een hoeklijn. De trekstangen functioneren als verend steunpunt.



Mechanica schematisering bordes 1, verticaal

Voor het tweede bordes wordt een strook op twee steunpunten berekend waarbij extra belasting wordt meegenomen vanuit de vloerstrook die hier haaks op ligt.



Mechanica schematisering bordes 2, verticaal

Horizontaal worden de bordessen gefixeerd tegen de vloerrand, de één met een hoeklijn en de ander met twee doken. De schuine trappen halen hun horizontale stabiliteit ook uit deze verbinding.

6.3 Belastingen

Belastingen op de bordessen:

Eigen gewicht: $q_{,G} = 0{,}065 \cdot 27 = 1{,}76 \mathrm{kN/m^2}$
(incl. 5 mm toeslag)

Lijnlast balustrade: $q_G = 0{,}75\ kN/m$

Vuistregel: lijnlasten worden verdeeld over 8 keer de dikte van de plaat: 8*0,090 =0,72 m:

Verdeelde last balustrade: $q_G = 0{,}75/0{,}72 = 1{,}04\ kN/m^2$

Veranderlijke bel: $q_Q = 3{,}0\ kN/m^2$

Veranderlijke bel: $F_Q = 3\ kN$ (Niet maatgevend)

6.4 Controle trekstang

De belasting op de trekstangen is het grootst ter plaatse van de deling tussen bordes en trap:

R_{trap} =	7,8 | 4,2 kN	(zie rekensheets bijlage)
$R_{bordes,max}$ =	8,5 | 7,0 kN	(zie rekensheets bijlage)

Per trekstang geeft dat:

$R_{trekstang,max}$ = ½ R_{trap} + ½ $R_{bordes,max}$ = 8,2 | 5,6 kN

Daarbij komt het gewicht van het staal (oplegkoker 80x120x6,3 en trekstang 80x20)

G_{max} = 7,2 x 0,02 x 0,08 x 80 + ½ x 1,2 x 18,2/100 = 1,0 | - kN

$N_{d,max}$ = 1,2 x (8,2 +1,0) + 1,5 x 5,6 =	19,4 kN		
A_s = 20 x (80 – $Ø_{gat,max}$) = 20 x (80-30) =	1000 mm²		
σ_s = N_d / A_s = 16,9 *10³ / 1000 =	19,4 N/mm²	≤ 355 N/mm²	→ Voldoet

Controle eigenfrequentie trekstang

Als eerder aangegeven worden de vervorming en het trillingsgedrag van de trappen beïnvloed doordat de trekstangen als verend steunpunt fungeren. De stijfheid van de veer wordt bepaald door de lengte en doorsnede van de trekstang. Voor controle van het trillingsgedrag wordt gebruik gemaakt van de quasi-blijvende combinatie.
Reactiekracht quasi-blijvende combinatie:

$R_{QB,max}$ = 1,0 x R_G + 0,3 x R_Q = 1,0 x 9,2 + 0,3 x 5,6 = 10,9 kN

l_{max} =	3,6 m		
$N_{QB,max}$ = m =	10,9 kN =	10900 kg	
k= EA_s/l_{max} = 2,1 *10⁵ x (20 x 80) / (7,2 *10³) =	93.333 N/mm=	93.333 *10³ N/m	
$f_{0,max}$ = 1/(2π) x √(k/m) = 1/(2π) x √(93.333 *10³ / 10900)	14,7 Hz	≥ 5 Hz	→ Voldoet

NB: Deze eigenfrequentie geldt dus als nabij de trekstang op de trappen gelopen/gesprongen wordt.
Om het trillingsgedrag van het systeem van trappen en trekstangen te bepalen worden de veerstijfheden van de trappen en trekstangen later in deze berekening gecombineerd.

6.5 Controle oplegkoker

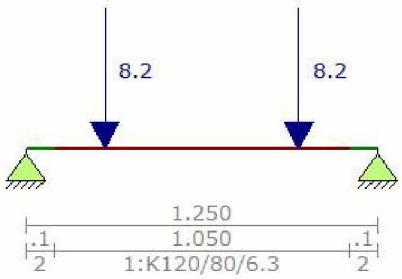
De trappen worden op kokerprofielen bevestigd die tussen de trekstangen in komen te hangen. De maatgevende oplegkokers bevindt zich ter plaatse van de deling tussen de bordes 2 en de onderliggende trap.

De maximale oplegreactie vanuit bordes en trap is hierboven al bepaald:

½$R_{trap,max}$ = 8,2 | 5,6 kN

De oplegpunten van de trap worden op 1/5 en 4/5 van de trapbreedte aangenomen.

De oplegkoker is gemodelleerd als ligger op twee steunpunten (tussen de trekstangen). Zowel de koppeling met de trekstang als de onderlinge koppeling worden gemaakt met aangelaste stalen strips. In TS/Liggers is deze verandering van doorsnede rond de steunpunten meegenomen in de doorsnedesectoren (als strip 20x120 mm).



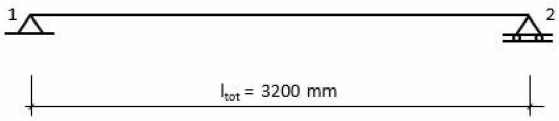
TS/Liggers afbeelding van de dubbele en de enkele oplegkoker met permanente belasting

Zie bijlage voor de volledige uitdraai van TS/Liggers.
→ Koker 80x120x6,3 (S355) voldoet

6.6 Berekening bordessen

De bordessen zijn gemodelleerd als ligger op twee steunpunten als eerder in dit rapport aangegeven.

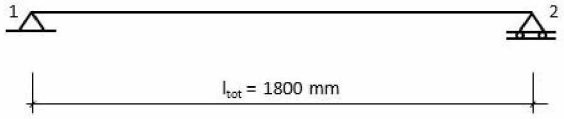
Maximale overspanning van 3,2 meter:
Geldt voor bordes 1 en de haakse vloerstrook van bordes 2.



5.1.2,e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-2,565	kN/m	$q_{1,G,end}$	-2,565	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-3,000	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-3,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3200	mm
$q_{2,G,begin}$	-1,040	kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,040	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3200	mm

Bordes 2: Strook met overspanning van maximaal 1,8 meter:



Als extra belasting zijn hier de reactiekrachten van bovengenoemde strook ingevoerd.

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
$R_{vloerstrook,3,2m}$ =	5,8	|	4,8	kN/m

5.1,2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-2,565	kN/m	$q_{1,G,end}$	-2,565	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-3,000	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-3,000	kN/m
distance a	0	mm	length	1800	mm
$q_{2,G,begin}$	-1,040	kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,040	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	1800	mm
$q_{3,G,begin}$	-5,800	kN/m	$q_{3,G,end}$	-5,800	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	-4,800	kN/m	$q_{3,Q,end}$	-4,800	kN/m
distance a	0	mm	length	1800	mm

Wapening van Ø8-100 voldoet voor beide bordessen, zie ook de volledige rekensheets in de bijlage.
Let op: over de hele plaat moet dus minimaal deze wapening aanwezig zijn (breedte doorsnede verloopt)

Vervorming en trillingsgedrag

De doorbuiging en eigenfrequentie zijn ook met de Excel rekensheet berekend, met een aanvullende controle is het effect van het veren van de trekstangen bekeken.

Resultaten berekening zonder invloed van het verende steunpunt ter plaatse van de trekstangen:

Strook met maximale overspanning van 3,2 m:

Results deflection and stiffness

w_{added}	3,77 mm	<	9,60 mm		✓
w_{end}	5,68 mm	<	12,80 mm		✓
$w_{precamber}$	0 mm				
f_1	7,37 Hz	>	5,0 Hz		✓
Occured percentage of creep due to G at t = 0:				0%	

Strook met maximale belasting en overspanning 1,8 m:

Results deflection and stiffness

w_{added}	0,98 mm	<	5,40 mm		✓
w_{end}	1,48 mm	<	7,20 mm		✓
$w_{precamber}$	0 mm				
f_1	14,43 Hz	>	5,0 Hz		✓
Occured percentage of creep due to G at t = 0:				0%	

Zie ook de volledige rekensheet in de bijlage.

De strook met maximale overspanning is maatgevend. Hiervoor zal het effect van de trekstangen worden bekeken.

Als eerder aangegeven worden de vervorming en het trillingsgedrag van de trappen beïnvloed doordat de trekstangen en oplegkokers als verend steunpunt fungeren.
De veerstijfheid van trekstangen en oplegkokers is al berekend bij de controle van de schuine trappen, zie eerder in deze berekening:

$k_{oplegkoker}$ = 26.889 N/mm
$k_{trekstang}$ = 93.333 N/mm

$1/k_{equ,tot} = 1/k_{trekstang} + 1/k_{oplegkoker}$ → $k_{equ,tot}$ = 20.875 N/mm, ½ $k_{equ,tot}$ = 10.437 N/mm

Dit levert de volgende resultaten op:

Doorbuiging en eigenfrequentie t.g.v. veer onder beide steunpunten

$k_1 = k_2$	10437,5 kN/m								
R_G	5,77 kN	$w_{added,extra}$	0,46 mm	$w_{added,tot}$	4,23 mm	<	9,60 mm	✓
R_K	10,57 kN	$w_{end,extra}$	1,01 mm	$w_{end,tot}$	6,69 mm	<	12,80 mm	✓
$R_{Fequi,1}$	3,844 kN	$w_{Fequi,extra}$	0,37 mm	$f_{1,\ L2}$	7,09 Hz	>	5,0 Hz	✓

De bordessen voldoen daarmee aan de maximale vervormingseisen en de minimale eigenfrequentie.

6.7 Oplegreacties op hoofddraagconstructie

Maximale verticale reactie op vloerrand voor vloerstrook max 3,2 meter (bordes 1 en 2):

	G_k		Q_k	
R =	5,8	|	4,8	kN/m

$R_{d,max}$ ≈ 15 kN/m

Maximale verticale reactie op vloerrand, haakse strook bordes 2:

	G_k		Q_k	
R =	8,5	|	7,0	kN/m

$R_{d,max}$ ≈ 21 kN/m

Maximale verticale reactie trekstang op dakvloer:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R =	9,2	|	5,6	kN

$R_{d,max}$ ≈ 20 kN

6.8 Berekening details trapdelen, oplegkokers en trekstangen

6.8.1 Overzicht berekende details

Details zijn gelijk aan de eerder gebruikte details, zie eerder in dit rapport.

6.8.2 Bevestiging oplegkoker aan trekstang

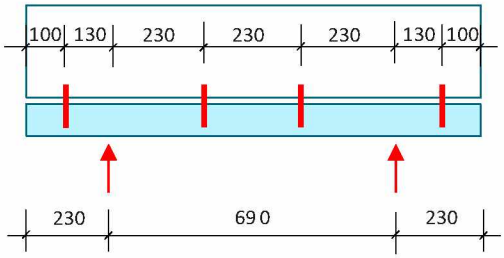
Zie details D.1 en D. 5
De bevestiging komt overeen met de hoofdtrappen, die zijn maatgevend. Zie eerdere berekening.

6.8.3 Doorkoppeling trekstangen

Zie detail D.8
De bevestiging komt overeen met de hoofdtrappen, die zijn maatgevend. Zie eerdere berekening.

6.8.4 Koppeling trap en bordes

Zie details D.1 en D.3
Het bordes zal op eenzelfde manier aan het bovenste trapdeel worden gekoppeld.



Aanwezige koppelingen: 4x M 16 ankerbussen in het bovenste trapdeel, ingelijmd in het onderste trapdeel.

6.8.5 Bevestiging trekstangen aan dak

De trekstangen moeten worden opgehangen aan de staalconstructie van de bovenliggende vloer/dak. Een strip 80x20 die aan de staalconstructie is bevestigd kan met de trekstang 80x20 worden doorgekoppeld volgens de eerder berekende verbinding. Zie detail D. 8

NB: Uitwerking verbinding strip tegen stalen dakconstructie door derden.

6.8.6 Bevestiging tegen vloeren

Zie opmerkingen PBT op tekeningen architect oplegging trapdelen, opgenomen eerder in deze rapportage.
Voor de bordessen geldt hetzelfde. Verticale oplegging op hoeklijn en daarbij de bordessen horizontaal fixeren.

NB: Uitwerking door derden

6.8.7 Tussensteunpunt bordes

Extra steunpunt nodig bij lange bordes, halverwege de ongesteunde lengte. Bijvoorbeeld met behulp van een console tegen de vloerrand.

NB: Uitwerking door derden

6.8.8 Bevestiging balustrade

Opgave voorzieningen en belasting door derden. Controle bevestigingsankers in bordesrand.

6.9 Hijsen elementen

Afmeting:	ca. 3421 x 1792 x 90 mm en ca. 6298 x 1238 x 90 mm
Gewicht:	< 1700 kg
Stootfactor hijsen bouwplaats:	1,7
Hijsankers:	3-4x M16 in bovenzijde of zijkant bordes, mogelijk kunnen (deels) de ankerbussen van de balusters gebruikt worden. Verdeling op ca. 1/5 en 4/5 van de lengte.

Hoofdtrappen zijn maatgevend, zie eerdere berekening

7 Berekening wand- en plintelementen

7.1 Algemeen

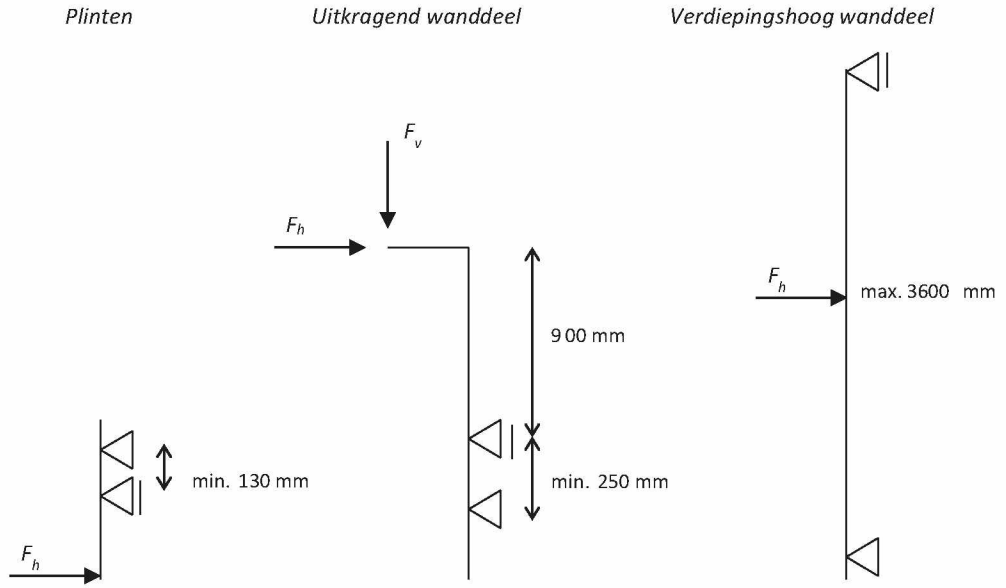
Voor de berekening van de wapening van de elementen wordt gebruikgemaakt van specifiek voor het materiaal CRC ontwikkelde Excel rekensheets.

7.2 Constructief systeem

7.2.1 Uitgangspunten

- Dikte 90 mm
- Milieuklasse XC1
- Dekking 15 mm
- Vezelpercentage 1,4 %
- Geen brandwerendheidseis

7.2.2 Mechanica schematisering



Mechanica schema, verticaal, voor de verschillende plint en wand elementen

7.3 Belastingen

Belastingen op de bordessen:

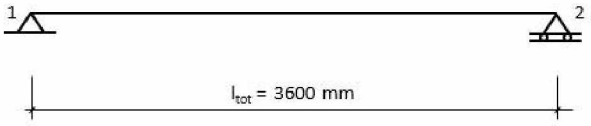
Eigen gewicht: $q_{,G} = 0{,}065 \cdot 27 = 1{,}76 \mathrm{kN/m^2}$
(incl. 5 mm toeslag)

Veranderlijke belasting:
Lijnlast balustrade, horizontaal: $q_Q = 0{,}8\ kN/m$ (niet maatgevend)
Puntlast wanden, horizontaal: $F_{Q,h} = 1{,}0\ kN$
Puntlast 'plank', verticaal: $F_{Q,v} = 1{,}0\ kN$

7.4 Berekening wandelementen

De wandelementen zijn voor de berekening gesplitst in twee delen, een uitkragend deel en een verdiepingshoog deel.

Verdiepingshoog deel, verticale ligger.
Maximale overspanning van 3,6 meter, strookbreedte 0,3 meter:



Om de robuustheid te controleren is ook het eigen gewicht als horizontale belasting op de wand gezet.

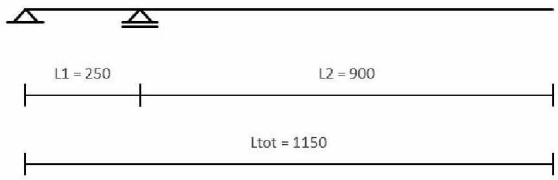
Line loads

$q_{1,G,begin}$	-0,770	kN/m	$q_{1,G,end}$	-0,770	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{1,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3600	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	-1,000	kN
distance a	1800	mm

Uitkragend deel, verticale ligger:
Een strookbreedte van 500 mm is meegenomen waar de maatgevende horizontale puntlast van 1 kN op is aangebracht, dit omdat aan de vrije uiteinden weinig spreiding van belasting kan plaatsvinden.



Om de robuustheid te controleren is ook het eigen gewicht als horizontale belasting op de wand gezet.

5.1.2.e loads

$q_{1,G,begin}$	-1,28	kN/m	$q_{1,G,end}$	-1,28	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{1,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	1150	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,00	kN
$F_{1,Q}$	-1,00	kN
distance a	1150	mm

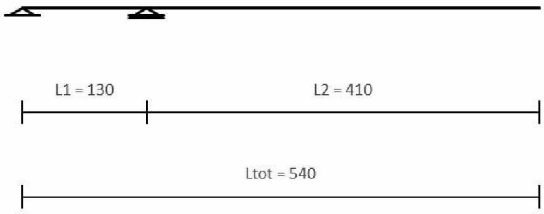
De puntlast van 1 kN verticaal is niet maatgevend; omdat een arm van slechts 0,5 meter aanwezig is treedt in dat geval een kleiner moment op. Beide krachten hoeven niet gecombineerd te worden.

Het eigen gewicht van het horizontale deel geeft in werkelijkheid een bijkomend moment op de berekende ligger, te weten:
$M_{Ed,G}$ = ½ x q x l^2 = ½ x 2,57 x $0,5^2$ = 0,32 kNm/m
Aangezien M_{Rd} = 7,05 kNm voor een strook van 500 mm en u.c. = 0,28 voldoet de doorsnede ook dan ruim.

Wapening van Ø8-100 voldoet voor alle elementen, zie ook de volledige rekensheets in de bijlage.

7.5 Berekening plinten

De plintelementen zijn gemodelleerd als uitkragende ligger:
Een strookbreedte van 500 mm is meegenomen waar de maatgevende horizontale puntlast van 1 kN op is aangebracht, dit omdat aan de vrije uiteinden weinig spreiding van belasting kan plaatsvinden.



Om de robuustheid te controleren is ook het eigen gewicht als horizontale belasting op de wand gezet.

5.1.2.e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-1,28	kN/m	$q_{1,G,end}$	-1,28	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{1,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	540	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,00	kN
$F_{1,Q}$	-1,00	kN
distance a	540	mm

Wapening van Ø6-100 voldoet, zie ook de volledige rekensheets in de bijlage.

7.6 Oplegreacties op hoofddraagconstructie

Wandelementen, verticaal:
Permanente verticale lijnlast wanddelen:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R_v = (0,5 + 1,6) x 2,57 =	5,4	|	-	kN/m

$R_{v,d}$ = 1,35 x 5,4 = 7,3 kN/m

Permanente verticale bijkomende puntlast ter plaatse van verdiepingshoog deel:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R_v = 2,0 x 0,3 x 2,57 =	1,5	|	-	kN

$R_{v,d}$ = 1,35 x 1,5 = 2,0 kN

Maximale permanente verticale puntlast op 1 verbinding:

$b_{max} \approx$ 1,0 m
$R_{v,d} \approx$ 1,0 x 7,3 + 2,0 ≈ 9,5 kN

Maximale variabele verticale puntlast op 1 verbinding:

	G_k		Q_k	
R_v =	-	|	1,0	kN

$R_{v,d}$ = 1,5 x 1,0 = 1,5 kN

Wandelementen, horizontaal:
Uitgangspunt: lijnopleggingen hart op hart min. 0,25 meter, zie mechanicaschematisering.

Variabele horizontale lijnlast wanddelen, uit horizontale lijnlast 0,8 kN/m op bovenrand uitkragende wanddelen:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R_h = M/r + q = 0,8 x 0,9 / 0,25 + 0,8 =	-	|	3,8	kN/m

$R_{h,d}$ = 1,5 x 3,8 = 5,7 kN/m
(in beide richtingen)

Maximale variabele horizontale puntlast op één verbinding:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R_h = M/r + F = 1,0 x 0,9 / 0,25 + 1,0 =	-	|	4,6	kN

$R_{h,d}$ = 1,5 x 4,6 = 6,9 kN
(in beide richtingen)
NB: niet gelijktijdig met bovenstaande horizontale lijnlast.

Plinten, verticaal:
Maximale hoogte van 700 mm geeft een verticale belasting uit eigen gewicht van:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R_v = 0,7 x 2,57 =	1,8	|	-	kN/m

$R_{v,d}$ = 1,35 x 1,8 ≈ 2,5 kN/m

Maximale permanente verticale puntlast op 1 verbinding:

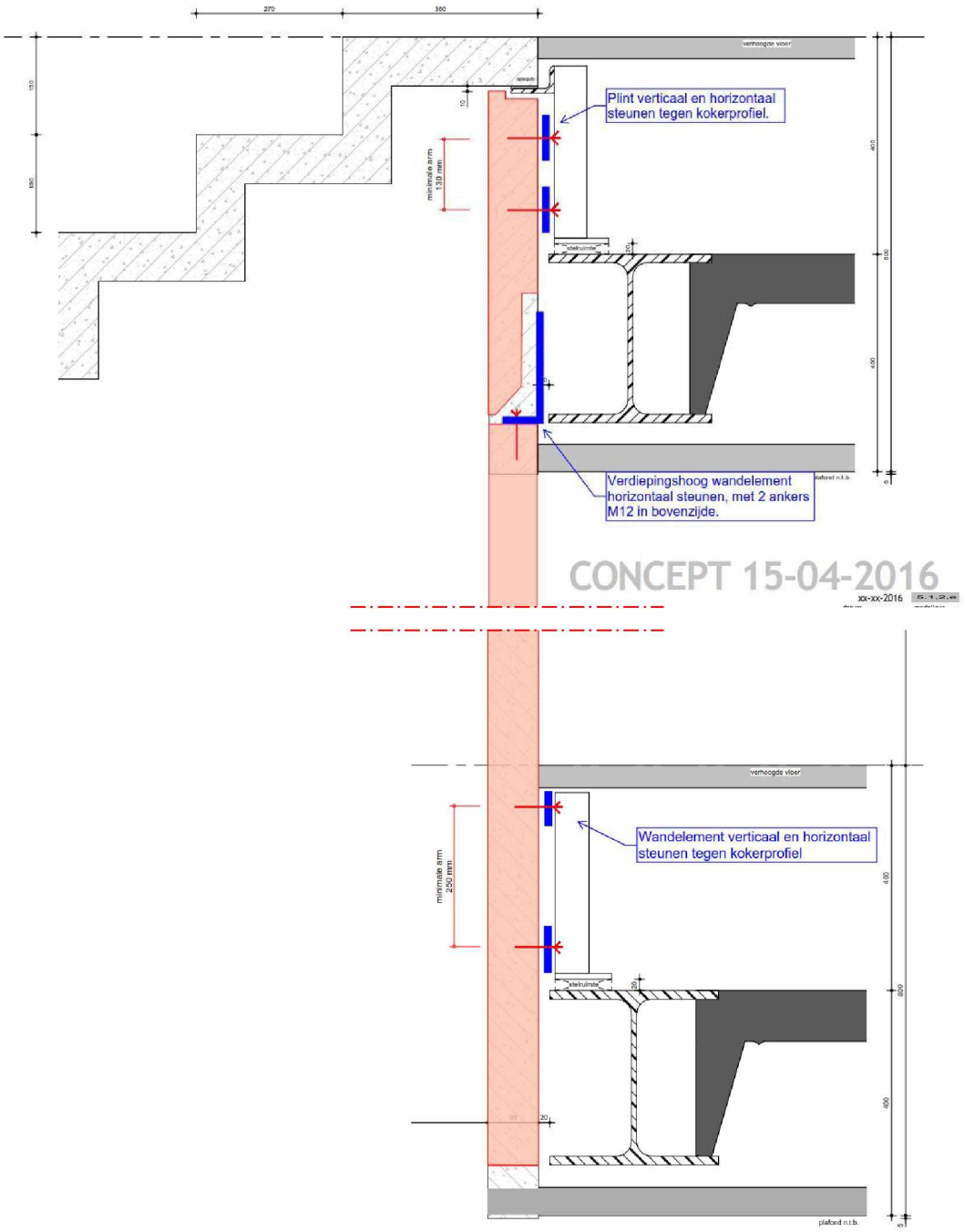
b_{max} ≈ 1,0 m
$R_{v,d}$ ≈ 1,0 x 2,5 ≈ 2,5 kN

Maximale variabele horizontale puntlast op één verbinding:

	$G_{k,max}$		$Q_{k,max}$	
R_h = M/r + F = 1,0 x 0,4 / 0,13 + 1,0 =	-	|	4,1	kN

$R_{h,d}$ = 1,5 x 4,1 = 6,1 kN
(in beide richtingen)

7.7 Details wand- en plintelementen



Uitgangspunt voor de wandelementen en plinten is het creëren van tweelijnopleggingen bovenelkaar. Zie opmerkingen PBT optekeningen architect. De volledige afbeelding is te vinden in de bijlage.

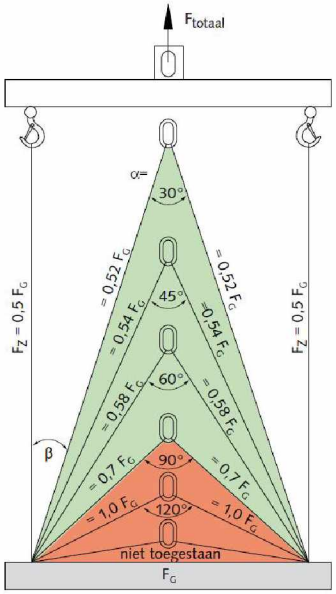
NB: Verder uitgewerkt door derden, niet in deze rapportage opgenomen

7.8 Hijsen elementen

Hijsen wandelementen:	
Afmeting:	ca. 3550 x 3590 x 500 mm
Gewicht:	< 1750 kg
Stootfactor hijsen bouwplaats:	1,7
Hijsankers:	Hijsen met vacuüm
Hijsen plintelementen:	
Afmeting:	ca. 3550 x 3590 x 500 mm
Gewicht:	< 550 kg
Stootfactor hijsen bouwplaats:	1,7
Hijsankers:	2 x Rd16 HD- ankers in de zijkanten van de wandelementen
Factor hijsen onder een hoek (β<30°)	1,16
Totale belasting:	1,7 * 1,16 * 5,5 = 10,8 kN
Hijsankers:	2x HD staafanker 6360-2,5-200
Belasting per anker:	10,8/4 = 5,4 kN → $N_{Rd,90°}$ = 6,4 kN voldoet (voor f_{ck} = 35 N/mm^2 << CRC)

Dynamische krachten

Situatie	Stootfactor
In een fabriek met stationaire kraan	1,1 tot 1,3
Transport met een heftruck op egaal terrein	1,3 tot 1,6
Op het werk met een stationaire kraan	1,3 tot 1,5
Op het werk met een mobiele kraan	1,5 tot 1,7
Transport met een shovel op oneffen terrein	1,6 tot 2,0
Bij extreme omstandigheden	> 2,0



Hijshoekfactor		
Kabelhoek β	Tophoek α	Factor z
0°	-	1,00
7,5°	15,0°	1,01
15,0°	30,0°	1,04
22,5°	45,0°	1,08
30,0°	60,0°	1,16
37,5°	75,0°	1,26
45,0°	90,0°	1,41
52,5°	105,0°	1,64
60,0°	120,0°	2,00

Bron: Technische Documentatie Hakron v3.0

Bijlage 1 Brief Second Opinion 5.1,2,e

Datum 4 Mei 2012
Contactpersoon Prof.dr.ir.Dr.-Ing h.c. 5.1,2,e
Telefoon/fax 5.1,2,e 2/457 5.1,2,e
E-mail 5.1,2,e @CiTG.TUDelft.nl

TU Delft

Technische 5.1,2,e

Faculteit der Civiele Techniek
Betonconstructies

Bezoek
Stevinweg 1
2628 CN Delft
Correspondentie
Postbus 5048
2600 GA Delft

www.Concrete.CiTG.TUDelft.nl

Gemeente Delft
Bouw en Woningtoezicht
Postbus 53
2600 AB Delft

Betr: Second opinion berekeningen CRC balkons project Poptahof Veld 6 te Delft

Dames en heren,

Enige tijd geleden richtte de heer Ir. 5.1,2,e van 5.1,2,e Bouwtechniek, zich tot mij met het verzoek een second opinion te geven omtrent de ontwerpberekeningen voor de CRC balkons in Project 5.1,2,e 6. CRC is de afkorting voor Compact Reinforced Composite. Deze bouwwijze is in Denemarken ontwikkeld en betreft het wapenen van betonnen elementen met een relatief hoog percentage aan betonstaal in combinatie met staalvezels. De sterkte van het beton ligt in de orde van 125 tot 140 N/mm^2. Het beton is hierdoor niet alleen zeer sterk, maar beschikt ook over een aanzienlijke taaiheid. Omdat de dichtheid van het materiaal zeer groot is, is de duurzaamheid eveneens groot. Hierdoor kan de dekking, ten opzicht van traditioneel gewapend beton aanzienlijk worden verkleind. Met het materiaal CRC kan licht worden geconstrueerd. Met het systeem bestaat aanzienlijke ervaring in Denemarken.

Aan de Technische 5.1,2,e voeren wij reeds een aantal jaren onderzoek uit op hoogwaardig vezelbeton (UHSB). Er bestaat inmiddels aanzienlijke ervaring met dit materiaal, hetgeen wordt bevestigd door het uitkomen van drie proefschriften in de periode 2004-2007. Er zijn in Nederland nog geen richtlijnen voor het bouwen met zeer hoge sterkte beton. Richtlijnen bestaan wel in Frankrijk en Denemarken. Er is een internationale richtlijn in ontwikkeling. Deze zal, naar verwachting eind 2012, worden uitgebracht door de internationale fib Task Group TG 8.6 "Ultra High Strength Concrete". Ondergetekende is voorzitter van deze werkgroep.

In het kader van de ontwerpberekeningen voor de balkons werden de volgende documenten ter beschikking gesteld:

- Cantilevered balcony EC documentation v1 03
- Cantilevered balcony EC2 DRAFT VI Poptahof 7185x1975 type 009 C2361_P51g-EC NL excel; sheets "Nederlandse Methode"
- Cantilevered balcony EC2 DRAFT VI Poptahof 7185 x 1975 type 009 C 23 61_P51g-EC DK (Ref), excel sheet volgens "Deense Methode"
- R-308-087-W-1007a UHSB balkons en galerijen: resultaten balkontest dd. 12-04-2011

Bij deze documenten behoren de Bijlagen:

TU Delft

- GA1 Final Technical Report Ministruct
- GA2 % 1 General Structural Analysis Design Rules
- GA3 Test loading of CRC balcony
- GA4 Pull out test data – Hilti
- A1 Design in CRC
- A2 Effective compressive strength of CRC BKA
- A3 CRC – Basic properties
- A4 Durability of CRC
- A5 CRC – what is it?

Naast de berekeningen werd een tekening met afmetingen en wapeningsdetails ter beschikking gesteld (17.09.2010). Toelichting op berekeningen en tekeningen aan ondergetekende werd gegeven door Ir. 5.1,2,e in twee zittingen, op 13 april en 24 september 2010.

Uit de berekening blijkt dat de bijzonderheden van UHSB goed zijn onderkend. Veel aandacht is besteed aan de compatibiliteit van de vervormingen met de aansluitende vloeren in conventioneel beton en de daarmee samenhangende effecten, inclusief een gevoeligheidsanalyse. Bij de berekening van de wapening in de vloeren is onderscheid gemaakt tussen krachten en momenten uit belastingen en uit vervormingen door krimp, kruip en temperatuur. De benodigde wapening voor beide gevallen wordt opgeteld, waarmee een conservatieve benadering wordt verkregen.

De sterkteberekeningen zijn uitgevoerd op een conservatieve basis. Gerekend is met traditionele rekenregels, waarbij het effect van de vezels niet is meegenomen. Hierdoor ontstaat een aanzienlijke extra draagreserve. Bovendien wordt gerekend met dimensioneringsregels die in NEN 6720 zijn vastgelegd, waarmee gelijktijdig wordt voldaan aan het gelijkwaardigheidsprincipe. Dit geldt voor het draagvermogen, de stijfheid, koudebrug effecten en de verbinding met de dragende constructie. In feite wordt slechts van NEN 6720 afgeweken met betrekking tot de betondekking. Hiervoor is uitgegaan van een minimale dekking van 10mm. Door de samenstelling van het gebruikte UHSB wordt een zeer grote dichtheid verkregen. In een samenwerkingsproject tussen TU Delft en TU Karlsruhe werd de grote duurzaamheid van vezelbeton met ultra hoge sterkte nog eens extra bevestigd. De aangehouden dekking is voor de beschouwde toepassing dan ook voldoende.

De berekeningen zijn zorgvuldig en met kennis van zaken uitgevoerd. Goed gebruik is gemaakt van ervaringen in Denemarken. De resultaten van de berekeningen worden ondersteund door de proefbelasting zoals omschreven in rapport R-308-087-W-1007a.

Hoogachtend

Prof.dr.ir. Dr.-Ing.h.c. 5.1,2,e

Bijlage 2 Uitdraai TS/Raamwerken systeem trappen en trekstangen

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal
Dimensies: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
Datum....: 05/04/2017
Bestand..: P:\2016\316-071 Hi-Con trap Amvest\5.0 Berekeningen en rapportages PBT\5.5 Uitvoering\Berekeningen\Hoofdtrappen\2017-04-04_Trappen+trekstang_INVAR_zwaarst-belaste-trekstang.rww

Belastingbreedte.: 1.500
Rekenmodel.....: 2e-orde-elastisch.
Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:
1) Losse belastinggevallen:
   Lineaire-elasticiteitstheorie
2) Uiterste grenstoestand:
   Geometrisch niet lineair alle staven.
   Fysisch lineair alle staven.
3) Gebruiksgrenstoestand:
   Geometrisch niet lineair alle staven.
   Fysisch lineair alle staven.

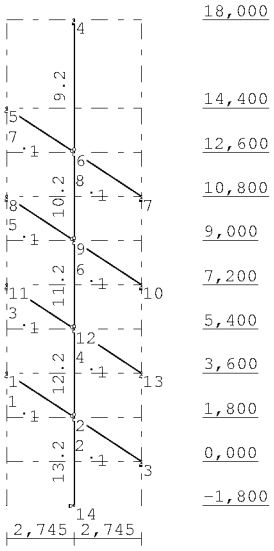
Maximum aantal iteraties.....: 50
Max.deellengte kolommen/wanden: 0.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500
Max. X-verplaatsing in UGT....: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-2:2002	C1:2011	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

GEOMETRIE



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

STRAMIENLIJNEN

Nr.	X	Z-min	Z-max
1	0.000	-1.800	18.000
2	2.745	-1.800	18.000
3	5.490	-1.800	18.000

NIVEAUS

Nr.	Z	X-min	X-max
1	-1.800	0.000	0.000
2	0.000	0.000	5.490
3	1.800	0.000	5.490
4	3.600	0.000	5.490
5	5.400	0.000	5.490
6	7.200	0.000	5.490
7	9.000	0.000	5.490
8	10.800	0.000	5.490
9	12.600	0.000	5.490
10	14.400	0.000	5.490
11	18.000	0.000	5.490

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	C90/105	19000	25.0	0.30	1.0000e-05
2	S235	141000	80.0	0.29	1.4000e-06

MATERIALEN vervolg

Mt	Omschrijving	Cement	Kruipfac.	Toeslag	Rho[kg/m3]
1	C90/105	N	0.98	Normaal	2400

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 750*90	1:C90/105	6.7500e+04	4.5562e+07	0.00
2	STRIP80*20	2:S235	1.6000e+03	5.3333e+04	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	750	90	45.0	0:RH				
2	0:Normaal	80	20	10.0					

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 750*90



2 STRIP80*20



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	3.600	6	2.745	12.600
2	2.745	1.800	7	5.490	10.800
3	5.490	0.000	8	0.000	10.800
4	2.745	18.000	9	2.745	9.000
5	0.000	14.400	10	5.490	7.200
11	0.000	7.200			
12	2.745	5.400			
13	5.490	3.600			
14	2.745	-1.800			

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:B*H 750*90	NDM	ND-	3.283	
2	2	3	1:B*H 750*90	NDM	NDM	3.283	
3	11	12	1:B*H 750*90	NDM	ND-	3.283	
4	12	13	1:B*H 750*90	NDM	NDM	3.283	
5	8	9	1:B*H 750*90	NDM	ND-	3.283	
6	9	10	1:B*H 750*90	NDM	NDM	3.283	
7	5	6	1:B*H 750*90	NDM	ND-	3.283	
8	6	7	1:B*H 750*90	NDM	NDM	3.283	
9	4	6	2:STRIP80*20	NDM	ND-	5.400	
10	6	9	2:STRIP80*20	ND-	ND-	3.600	
11	9	12	2:STRIP80*20	ND-	ND-	3.600	
12	12	2	2:STRIP80*20	ND-	ND-	3.600	
13	2	14	2:STRIP80*20	ND-	NDM	3.600	

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	010	0.00
2	3	110	0.00
3	4	110	0.00
4	5	010	0.00
5	7	110	0.00
6	8	010	0.00
7	10	110	0.00
8	11	010	0.00
9	13	110	0.00
10	14	100	0.00

BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.

Betrouwbaarheidsklasse.....: 2 Referentieperiode.....: 50
Gebouwdiepte.....: 0.00 Gebouwhoogte.....: 18.00
Niveau aansl.terrein.....: 0.00 E.g. scheid.w. [kN/m2]: 0.00

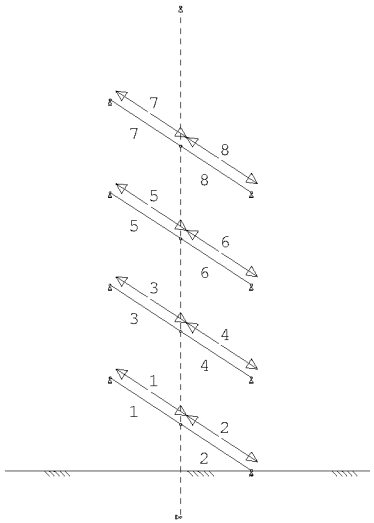
Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

STAAFTYPEN

Type	staven
1:Vloer.	: 1-8

LASTVELDEN

Veranderlijke belastingen door personen



LASTVELDEN

Nr	Balk	Veld	Gebruiksfunctie	Psi-t
1	1-2	1-1	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
2	1-2	2-2	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
3	3-4	3-3	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
4	3-4	4-4	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
5	5-6	5-5	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
6	5-6	6-6	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
7	7-8	7-7	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00
8	7-8	8-8	Vloer kantoor.... Tabel 6.2	1.00

BELASTINGGEVALLEN

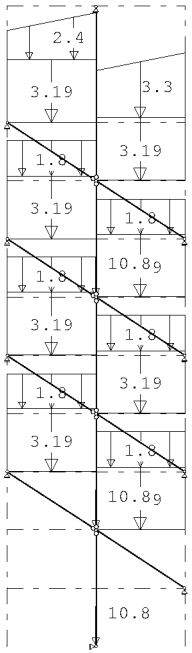
	B.G.	Omschrijving		Type
	1	Permanente belasting	EGZ=0.00	1
g*	2	Ver. bel. pers. ed. (p_rep)		2
g	3	Ver. bel. pers. ed. (F-rep)		3

g = gegenereerd belastinggeval
* = belastinggeval bevat 1 of meer handmatig toegevoegde en/of gewijzigde lasten

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting



KNOOPBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	9	Z	-10.800			
2	2	Z	-10.800			
3	14	Z	-10.800			

STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
1	3:QZgeProj.	-1.80	-1.80	0.000	0.000			
2	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
2	3:QZgeProj.	-1.80	-1.80	0.000	0.000			
3	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
3	3:QZgeProj.	-1.80	-1.80	0.000	0.000			
4	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
4	3:QZgeProj.	-1.80	-1.80	0.000	0.000			
5	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
5	3:QZgeProj.	-1.80	-1.80	0.000	0.000			
6	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
6	3:QZgeProj.	-1.80	-1.80	0.000	0.000			
7	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
7	3:QZgeProj.	-1.50	-2.40	0.000	0.000			

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
8	3:QZgeProj.	-3.19	-3.19	0.000	0.000			
8	3:QZgeProj.	-2.40	-3.30	0.000	0.000			

VERPLAATSINGEN

1e orde [mm;rad] B.G:1 Permanente belasting

Kn.	X-verpl.	Z-verpl.	Rotatie	Kn.	X-verpl.	Z-verpl.	Rotatie
1	-0.00	0.00	0.00763	6	-1.39	-2.13	0.00638
2	-3.05	-4.64	0.00425	7	0.00	0.00	-0.00800
3	0.00	0.00	-0.00763	8	0.00	0.00	0.00714
4	0.00	0.00	0.00026	9	-2.16	-3.30	0.00474
5	-0.00	0.00	0.00686	10	0.00	0.00	-0.00714
11	-0.00	0.00	0.00743				
12	-2.68	-4.08	0.00445				
13	0.00	0.00	-0.00743				
14	0.00	-4.82	-0.00085				

REACTIES

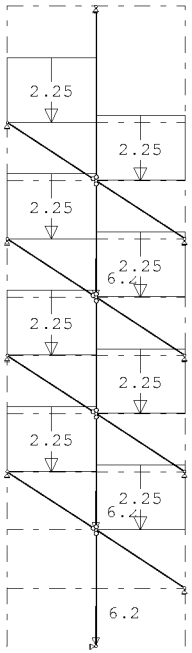
1e orde B.G:1 Permanente belasting

Kn.	X	Z	M	
1		6.85		
3	0.00	6.85		
4	0.00	88.84		
5		6.85		
7	0.00	8.50		
8		6.85		
10	0.00	6.85		
11		6.85		
13	0.00	6.85		
14	0.00			
	0.00	145.27		: Som van de reacties
	0.00	-145.27		: Som van de belastingen

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

BELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)



KNOOPBELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Opm.
1	14	Z	-6.200	0.4	0.5	0.3	*

Opmerkingen
[*] Deze belasting is handmatig toegevoegd of gewijzigd.

STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

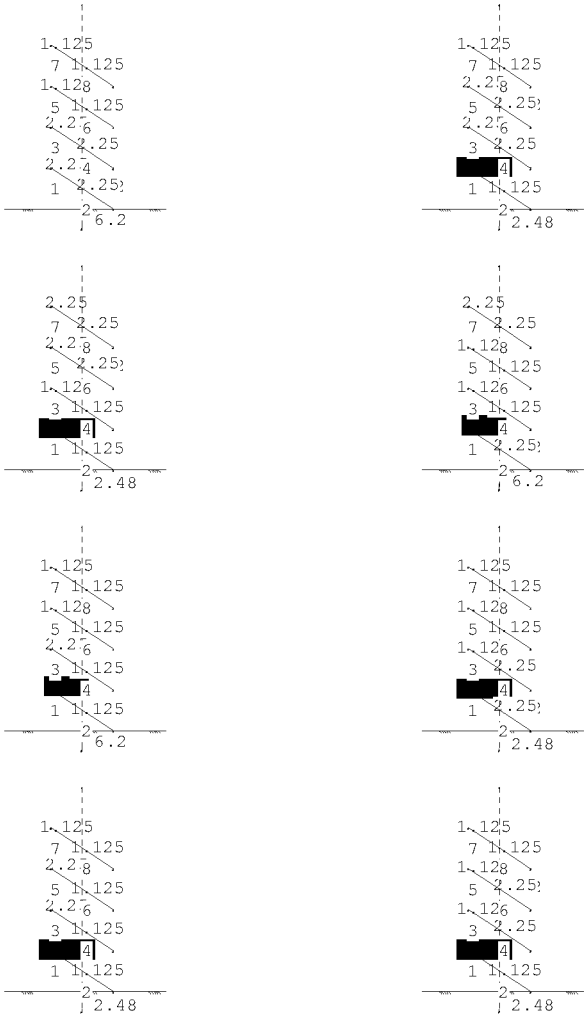
Staaf	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
2	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
3	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
4	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
5	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
6	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
7	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
8	3:QZgeProj.	*	-2.25	-2.25	0.000	0.000	0.5	0.5	0.3
6	10:PZGeproj.	*	-6.20		0.000		0.5	0.5	0.3
2	10:PZGeproj.	*	-6.20		0.000		0.5	0.5	0.3

Opmerkingen
[*] Deze belasting is handmatig toegevoegd of gewijzigd.

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERANDERLIJKE BELASTING SITUATIES

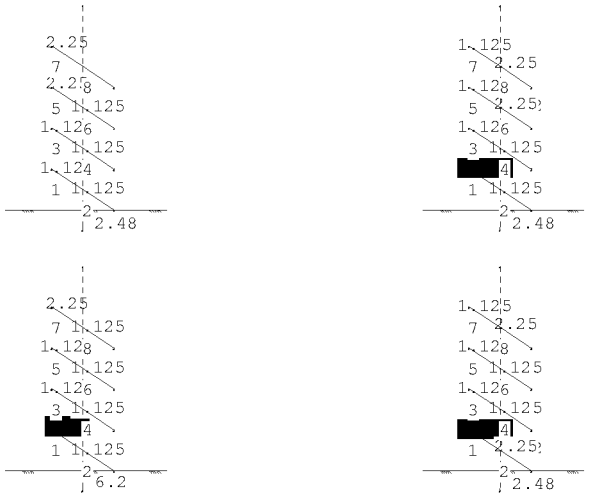
B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERANDERLIJKE BELASTING SITUATIES

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)



VERANDERLIJKE BELASTING SITUATIES

Nr	Lastvelden extreem	Lastvelden momentaan
1	1-4	5,6,7,8
2	3-6	1,2,7,8
3	5-8	1-4
4	1-2,7-8	3-6
5	1,3	2,4-8
6	2,4	1,3,5-8
7	3,5	1-2,4,6-8
8	4,6	1-3,5,7-8
9	5,7	1-4,6
10	6,8	1-5,7
11	1,7	2,3-6,8
12	2,8	1,3-7

VERPLAATSINGEN

1e orde [mm;rad] B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

.	X-verpl.		Z-verpl.		Rotatie	
Kn.	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00187	0.00341
2	-1.31	-0.95	-2.00	-1.44	0.00068	0.00204
3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00341	-0.00187
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00008	0.00010
5	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00158	0.00298
6	-0.53	-0.41	-0.81	-0.63	-0.00023	0.00241
7	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00298	-0.00023
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00172	0.00316
9	-0.86	-0.66	-1.31	-1.00	0.00086	0.00226
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00316	-0.00170
11	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00179	0.00330
12	-1.12	-0.82	-1.70	-1.25	0.00075	0.00215

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERPLAATSINGEN

1e orde [mm;rad] B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

.	X-verpl.		Z-verpl.		Rotatie	
Kn.	Min	Max	Min	Max	Min	Max
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00330	-0.00179
14	0.00	0.00	-2.10	-1.54	-0.00036	-0.00026

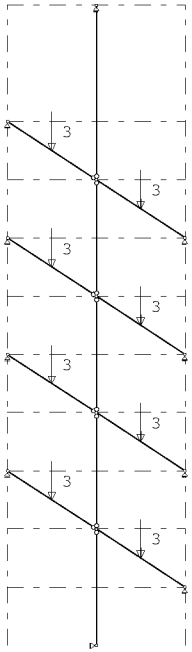
REACTIES

1e orde B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1			1.54	3.09		
3	0.00	0.00	1.54	3.09		
4	0.00	0.00	26.30	34.03		
5			1.54	3.09		
7	0.00	0.00	0.00	3.09		
8			1.54	3.09		
10	0.00	0.00	1.54	3.09		
11			1.54	3.09		
13	0.00	0.00	1.54	3.09		
14	0.00	0.00				

BELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

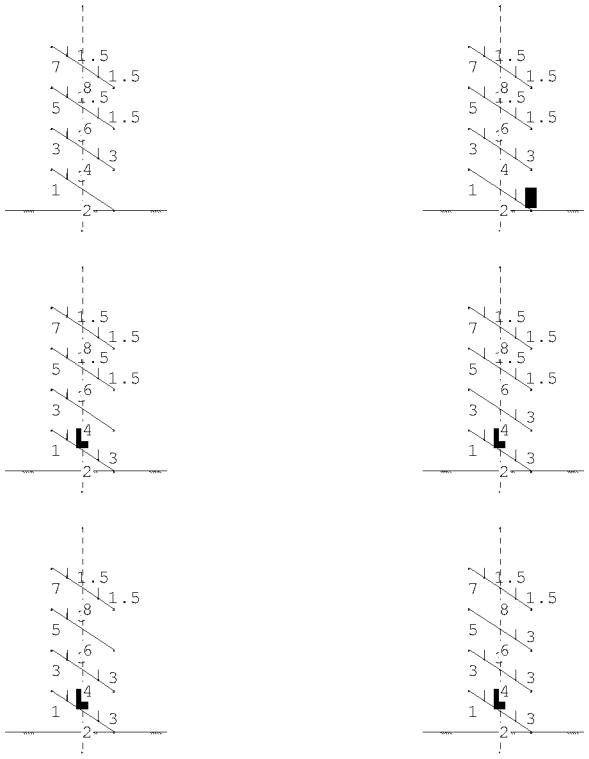
STAAFBELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
2	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
3	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
4	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
5	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
6	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
7	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3
8	10:PZGeproj.	-3.00		1.641		0.5	0.5	0.3

VERANDERLIJKE BELASTING SITUATIES

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERANDERLIJKE BELASTING SITUATIES

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)



VERANDERLIJKE BELASTING SITUATIES

Nr	Lastvelden extreem	Lastvelden momentaan
1	1,3,4	5-8
2	2-4	5-8
3	1-3	5-8
4	1,2,4	5-8
5	1-5	7,8
6	1-4,6	7,8
7	1-4,7	5,6
8	1-4,8	5,6

VERPLAATSINGEN

1e orde [mm;rad] B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)

.	X-verpl.		Z-verpl.		Rotatie	
Kn.	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00014	0.00213
2	-0.31	-0.24	-0.48	-0.37	-0.00014	0.00182
3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00213	-0.00014
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00002	0.00003
5	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00008	0.00203
6	-0.14	-0.12	-0.22	-0.18	-0.00008	0.00187
7	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00203	-0.00008
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00012	0.00207
9	-0.22	-0.18	-0.34	-0.28	-0.00012	0.00183
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00207	-0.00012
11	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00013	0.00211
12	-0.28	-0.23	-0.43	-0.35	-0.00013	0.00183
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00211	-0.00013
14	0.00	0.00	-0.48	-0.37	-0.00009	-0.00007

REACTIES

1e orde B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1			0.00	1.50		
3	0.00	0.00	0.00	1.50		
4	0.00	0.00	7.50	9.00		
5			0.00	1.50		
7	0.00	0.00	0.00	1.50		
8			0.00	1.50		
10	0.00	0.00	0.00	1.50		
11			0.00	1.50		
13	0.00	0.00	0.00	1.50		

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

REACTIES 1e orde B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
14	0.00	0.00				

BEREKENINGSTATUS Controlerende berekening

B.C.	Iteratie	Status
1	3	Nauwkeurigheid bereikt
2	3	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	3	Nauwkeurigheid bereikt
8	3	Nauwkeurigheid bereikt
9	3	Nauwkeurigheid bereikt
10	3	Nauwkeurigheid bereikt
11	3	Nauwkeurigheid bereikt
12	3	Nauwkeurigheid bereikt
13	3	Nauwkeurigheid bereikt
14	3	Nauwkeurigheid bereikt
15	3	Nauwkeurigheid bereikt
16	3	Nauwkeurigheid bereikt
17	3	Nauwkeurigheid bereikt
18	3	Nauwkeurigheid bereikt
19	3	Nauwkeurigheid bereikt
20	3	Nauwkeurigheid bereikt
21	3	Nauwkeurigheid bereikt

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	
1	Fund.	$1.35\ G_{k,1}$
2	Fund.	$0.90\ G_{k,1}$
3	Fund.	$1.35\ G_{k,1} + 1.50\ \psi_0\ Q_{k,2}$
4	Fund.	$1.35\ G_{k,1} + 1.50\ \psi_0\ Q_{k,3}$
5	Fund.	$1.20\ G_{k,1} + 1.50\ Q_{k,2}$
6	Fund.	$1.20\ G_{k,1} + 1.50\ Q_{k,3}$
7	Fund.	$0.90\ G_{k,1} + 1.50\ Q_{k,2}$
8	Fund.	$0.90\ G_{k,1} + 1.50\ \psi_0\ Q_{k,2}$
9	Fund.	$0.90\ G_{k,1} + 1.50\ \psi_0\ Q_{k,3}$
10	Fund.	$0.90\ G_{k,1} + 1.50\ Q_{k,3}$
11	Kar.	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ Q_{k,2}$
12	Kar.	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ Q_{k,3}$
13	Quas.	$1.00\ G_{k,1}$
14	Quas.	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ \psi_2\ Q_{k,2}$
15	Quas.	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ \psi_2\ Q_{k,3}$
16	Brand	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ \psi_2\ Q_{k,2}$
17	Brand	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ \psi_2\ Q_{k,3}$
18	Freq.	$1.00\ G_{k,1}$
19	Freq.	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ \psi_1\ Q_{k,2}$

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	
20	Freq.	$1.00\ G_{k,1} + 1.00\ \psi_1\ Q_{k,3}$
21	Blij.	$1.00\ G_{k,1}$

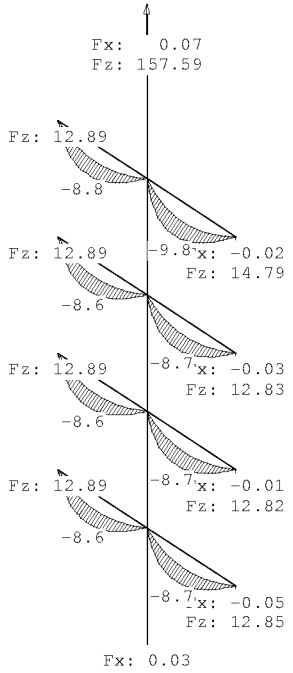
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Staven met gunstige werking
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Alle staven de factor:0.90
8	Alle staven de factor:0.90
9	Alle staven de factor:0.90
10	Alle staven de factor:0.90

Project ..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

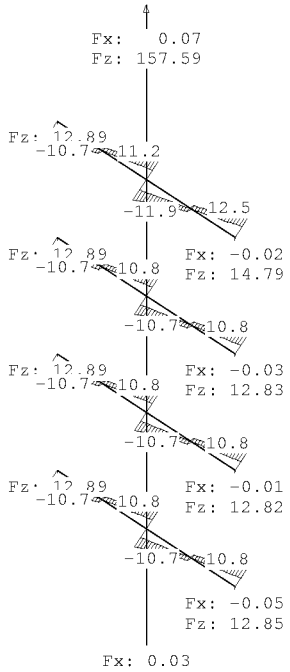
OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN 2e orde Fundamentele combinatie



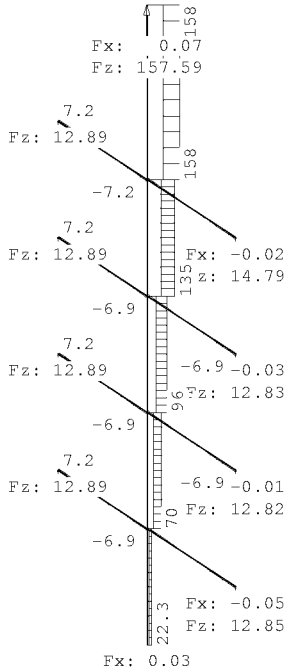
Project ..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

DWARSKRACHTEN 2e orde Fundamentele combinatie



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

NORMAALKRACHTEN 2e orde Fundamentele combinatie



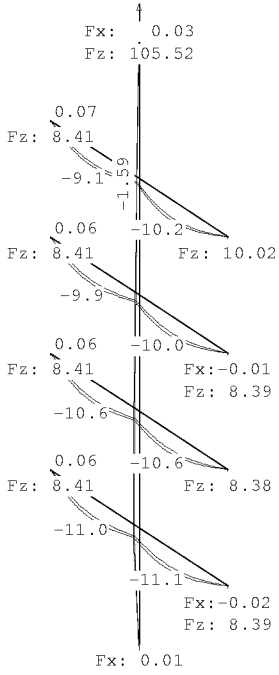
REACTIES 2e orde Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1			6.17	12.89		
3	-0.05	-0.01	6.16	12.85		
4	0.02	0.07	79.94	157.59		
5			6.17	12.89		
7	-0.02	-0.01	7.64	14.79		
8			6.17	12.89		
10	-0.03	-0.01	6.16	12.83		
11			6.17	12.89		
13	-0.01	-0.00	6.16	12.82		
14	0.01	0.03				

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN 2e orde [mm] Frequente combinatie



VERPLAATSINGEN 2e orde [mm;rad] Frequente combinatie

.	X-verpl.		Z-verpl.		Rotatie	
Kn.	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00763	0.00931
2	-3.60	-3.01	-5.59	-4.64	0.00419	0.00530
3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00932	-0.00764
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00025	0.00030
5	0.09	0.12	0.00	0.00	0.00686	0.00834
6	-1.59	-1.34	-2.53	-2.13	0.00627	0.00760
7	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00949	-0.00800
8	0.07	0.11	0.00	0.00	0.00714	0.00871
9	-2.53	-2.13	-3.93	-3.30	0.00468	0.00588
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00872	-0.00714
11	0.07	0.11	0.00	0.00	0.00742	0.00906
12	-3.15	-2.64	-4.89	-4.08	0.00440	0.00555
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00907	-0.00743
14	0.00	0.00	-5.79	-4.81	-0.00100	-0.00083

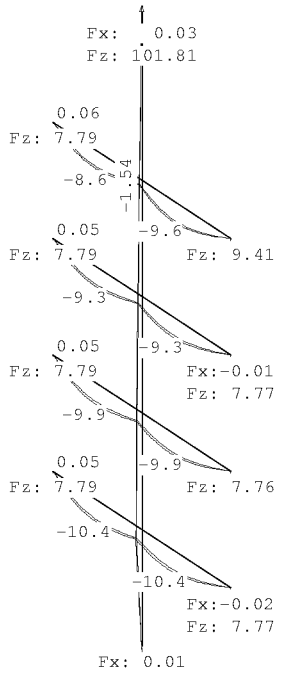
Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

REACTIES 2e orde — Frequente combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1			6.86	8.41		
3	-0.02	-0.01	6.85	8.39		
4	0.02	0.03	88.82	105.52		
5			6.86	8.41		
7	-0.01	-0.01	8.48	10.02		
8			6.86	8.41		
10	-0.01	-0.01	6.84	8.39		
11			6.86	8.41		
13	-0.00	-0.00	6.84	8.38		
14	0.01	0.01				

OMHULLENDE VAN DE QUASI-BLIJVENDE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN 2e orde [mm] — Quasi-blijvende combinatie



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERPLAATSINGEN 2e orde [mm;rad] — Quasi-blijvende combinatie

Kn.	X-verpl. Min	X-verpl. Max	Z-verpl. Min	Z-verpl. Max	Rotatie Min	Rotatie Max
1	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00763	0.00868
2	-3.45	-3.01	-5.34	-4.64	0.00421	0.00482
3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00869	-0.00764
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00025	0.00028
5	0.09	0.11	0.00	0.00	0.00686	0.00777
6	-1.54	-1.34	-2.44	-2.13	0.00628	0.00708
7	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00892	-0.00800
8	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00714	0.00812
9	-2.44	-2.13	-3.79	-3.30	0.00471	0.00538
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00813	-0.00714
11	0.07	0.10	0.00	0.00	0.00742	0.00845
12	-3.02	-2.64	-4.69	-4.08	0.00441	0.00506
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00845	-0.00743
14	0.00	0.00	-5.54	-4.81	-0.00096	-0.00083

REACTIES 2e orde — Quasi-blijvende combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1			6.86	7.79		
3	-0.02	-0.01	6.85	7.77		
4	0.02	0.03	88.82	101.81		
5			6.86	7.79		
7	-0.01	-0.01	8.48	9.41		
8			6.86	7.79		
10	-0.01	-0.01	6.84	7.77		
11			6.86	7.79		
13	-0.00	-0.00	6.84	7.76		
14	0.01	0.01				

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord
Doorbuiging en verplaatsing:
Aantal bouwlagen: 1
Gebouwtype: Overig
Toel. horiz. verplaatsing gehele gebouw: h/300
Kleinste gevelhoogte [m]: 0.0

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm²]	Productie methode	Min. drsn. klasse
2	STRIP80*20	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:
Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KNIKSTABILITEIT

Staaf	l_{sys} [m]	Classif. y sterke as	$l_{knik;y}$ [m]	Extra aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as	$l_{knik;z}$ [m]	Extra aanp. z [kN]
9	5.400	Ongeschoord	2e orde		Geschoord	5.400	0.0
10	3.600	Ongeschoord	2e orde		Geschoord	3.600	0.0
11	3.600	Ongeschoord	2e orde		Geschoord	3.600	0.0
12	3.600	Ongeschoord	2e orde		Geschoord	3.600	0.0
13	3.600	Ongeschoord	2e orde		Geschoord	3.600	0.0

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

KIPSTABILITEIT

Staaf	Plts. aangr.		l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
9	1.0*h	boven:	5.40	5.400
		onder:	5.40	5.400
10	0.0*h	boven:	3.60	3.600
		onder:	3.60	3.600
11	0.0*h	boven:	3.60	3.600
		onder:	3.60	3.600
12	0.0*h	boven:	3.60	3.600
		onder:	3.60	3.600
13	0.0*h	boven:	3.60	3.600
		onder:	3.60	3.600

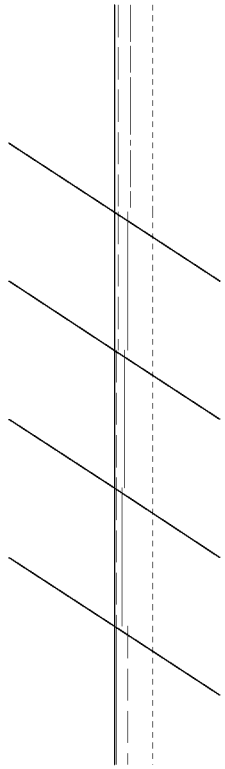
TOETSING SPANNINGEN

Staaf	Mat nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C.	[N/mm^2]	Opm.
9	2	5	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.419	98	
10	2	5	2	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.358	84	
11	2	5	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.255	60	
12	2	5	4	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.187	44	
13	2	5	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.059	14	

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

UNITY-CHECK'S

OMHULLENDE VAN ALLES

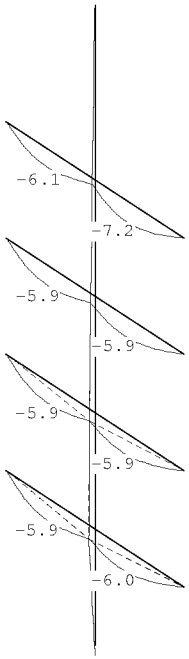


---------- Toelaatbare unity-check (1.0)
—·—·—·— Hoogste unity-check i.v.m. doorsnedecontrole
—— —— —— Hoogste unity-check i.v.m. doorbuiging

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERVORMINGEN w1

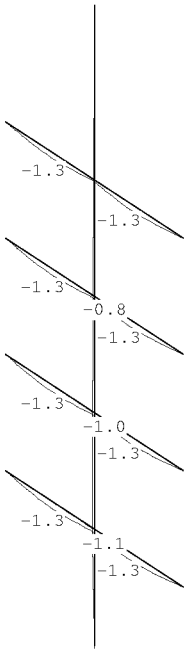
Blijvende combinatie



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERVORMINGEN Wbij

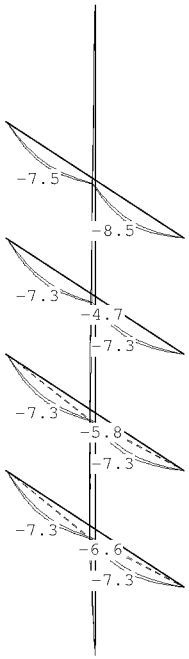
Frequente combinatie



Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

VERVORMINGEN Wmax

Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN

Frequente combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{bij} [lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]	w_{max} [lrep/]
6	1	Neg.	1.876	3283	-5.9		-1.3	2454	-7.3		-7.3	451
7	2	Neg.	1.407	3283	-6.0		-1.3	2444	-7.3		-7.3	450
7	2	Pos.	/	6565	5.5		1.1	5881	6.6		6.6	988
8	3	Neg.	1.876	3283	-5.9		-1.3	2453	-7.3		-7.3	451
9	4	Neg.	1.407	3283	-5.9		-1.3	2445	-7.3		-7.3	450
9	4	Pos.	/	6565	4.9		1.0	6816	5.8		5.8	1128
10	5	Neg.	1.876	3283	-5.9		-1.3	2452	-7.3		-7.3	451
11	6	Neg.	1.407	3283	-5.9		-1.3	2446	-7.3		-7.3	450
11	6	Pos.	/	6565	3.9		0.8	8740	4.7		4.7	1404
12	7	Neg.	1.876	3283	-6.1		-1.3	2451	-7.5		-7.5	440
13	8	Neg.	1.407	3283	-7.2		-1.3	2447	-8.5		-8.5	385

Project..: 316-071 Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

DOORBUIGINGEN

Frequente combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{bij} [lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]	w_{max} [lrep/]
13	8	Pos.	/	6565	2.5		0.5	14067	3.0		3.0	2202

Bijlage 3 Documentatie Multifire

WFRC Report	363093
Report date	15-4-2016
Section ref:	RHS419
Profile	400x400x20
Product	SC900
Hp/A	52,4 m-1
DFT	5,345 mm

Profielfactor, in ons geval 53,3 dus vrijwel gelijk

Laagdikte

Dit rapport wordt ter beschikking gesteld door:

Multifire
FIRE PROTECTION FOR PROFESSIONALS

Multifire International BV
Tel. +31 (020) 345 9 020
www.multifire.nl

Multifire stelt dit rapport ter beschikking per project en dient als vertrouwelijk behandeld te worden.
Rapporten dienen ter onderbouwing van de berekening brandwerendheid.
Rapporten mogen niet worden gekopieerd of doorgestuurd zonder schriftelijke goedkeuring van Multifire
Multifire accepteert geen enkele aansprakelijkheid voor berekeningen welke zijzelf niet heeft goedgekeurd.

Sample	Hp/A (m-1)	DFT (mm)	350	400	450	500	520	550	600	650	700
RHS419	52,4	5,345	106,9	127,3	146,1	164,3	171,5	182,7	200,7	218,7	236,5

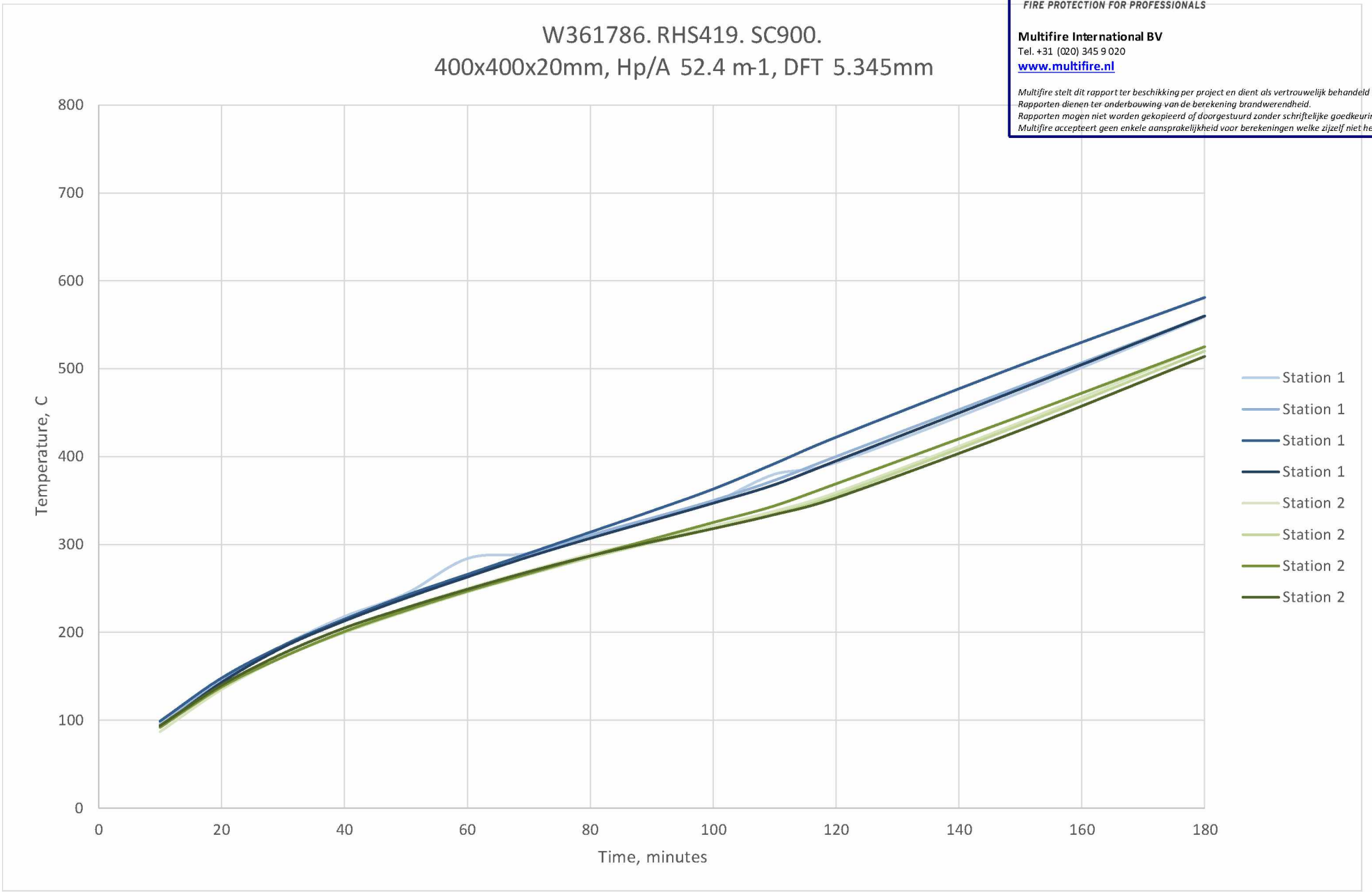
Time	TC211:	TC212:	TC213:	TC214:	TC215:	TC216:	TC217:	TC218:	Station 1 mean	Station 2 mean	EN mean
10	96	94	99	92	87	93	92	94	95,3	91,5	93,4
20	144	144	148	143	135	137	138	140	144,8	137,5	141,1
30	185	184	185	183	172	172	172	176	184,3	173,0	178,6
40	218	214	215	213	201	200	201	205	215,0	201,8	208,4
50	244	240	242	239	228	224	225	228	241,3	226,3	233,8
60	284	265	266	263	250	246	247	249	269,5	248,0	258,8
70	290	288	290	286	270	266	267	269	288,5	268,0	278,3
80	311	310	314	307	289	285	287	287	310,5	287,0	298,8
90	330	330	338	327	305	302	306	303	331,3	304,0	317,6
100	348	350	363	347	321	318	325	318	352,0	320,5	336,3
110	380	373	392	368	338	335	344	334	378,3	337,8	358,0
120	393	400	422	395	359	356	369	353	402,5	359,3	380,9
150	473	480	504	477	439	436	446	430	483,5	437,8	460,6
180	559	560	581	560	525	520	525	514	565,0	521,0	543,0

Dit rapport wordt ter beschikking gesteld door:

Multifire
FIRE PROTECTION FOR PROFESSIONALS

Multifire International BV
Tel. +31 (020) 345 9 020
www.multifire.nl

Multifire stelt dit rapport ter beschikking per project en dient als vertrouwelijk behandeld te worden.
Rapporten dienen ter onderbouwing van de berekening brandwerendheid.
Rapporten mogen niet worden gekopieerd of doorgestuurd zonder schriftelijke goedkeuring van Multifire
Multifire accepteert geen enkele aansprakelijkheid voor berekeningen welke zijzelf niet heeft goedgekeurd.



Bijlage 4 Overzicht vervorming hangstaven bij brand

Pieters BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

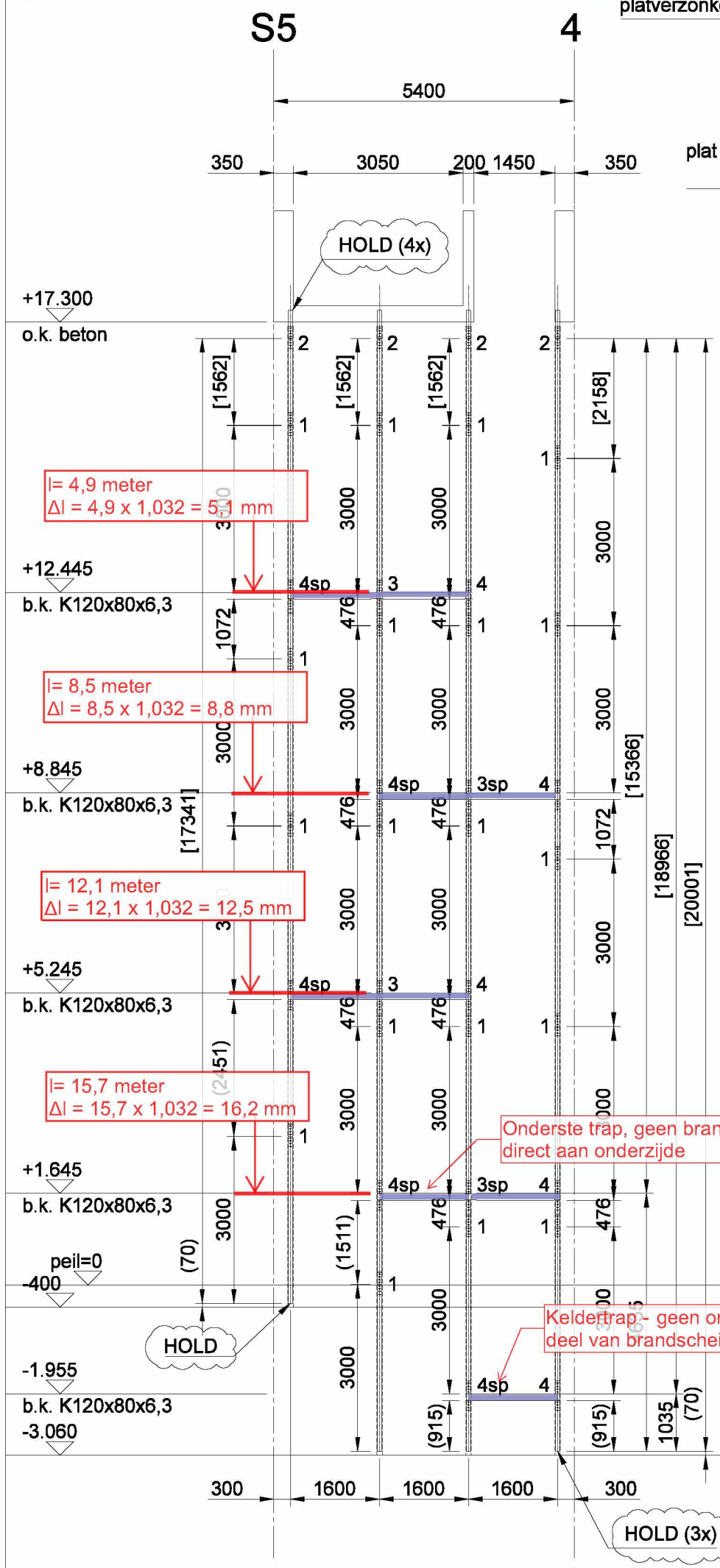
Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

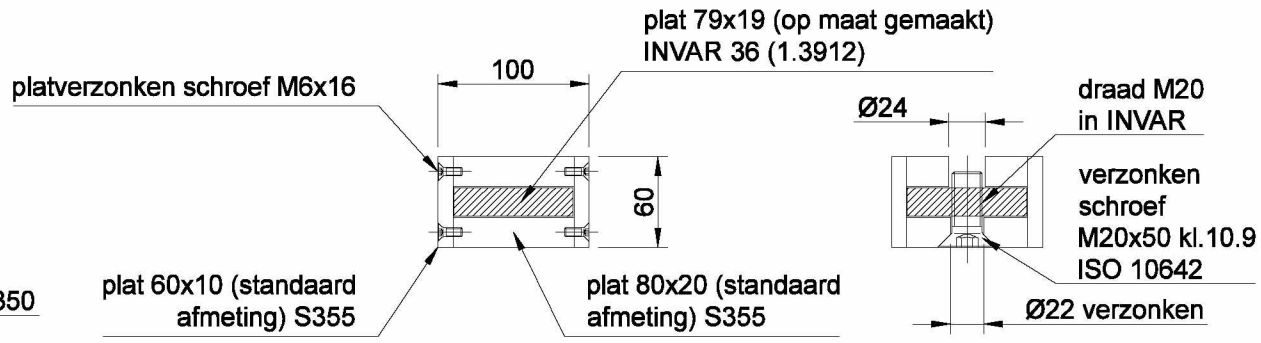
V.OORLOPIG

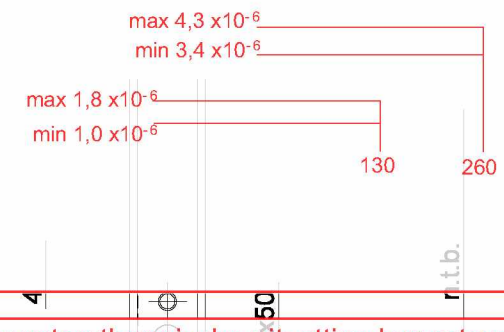
MOESKOPS STAALBOUW B.V.
KENNEDYLAAN KC BERKHIJK | POSTBUS AA BERKHIJK | INFO MOESKOPS.COM

		project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2
		ordernummer:	1150249
		onderdeel:	Hangstaven Trappenhuis str.4-S5
		datum:	21 feb 2017 | A3 1:100/10/5 | TRH-1
		status:	ter informatie
staalsoort:	t.a.v. S355	uitvoering	EXC2
bouten:	t.a.v. 8.8, niet voorgespannen	ankers:	8.8, niet voorgespannen
boutgaten:	t.a.v. normale ronde gaten	ankergaten:	overmaatse ronde gaten
maatvoering:	indicatief, alleen t.b.v. berekening	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

Maximale uitzetting INVAR hangstaaf
Voor verplaatsingen per brandscenario, zie volgende pagina's







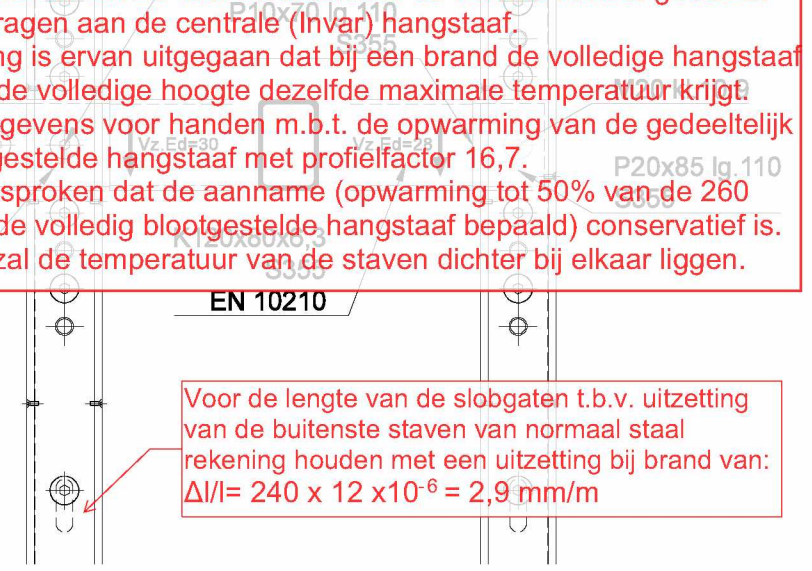
Uitgangspunten thermische uitzetting hangstaven:
- Coating Multifire Systeem SC900, laagdikte min. 5,3 mm. Of gelijkwaardig.
- Strip totaal 60x100, profielfactor: (2x(0,06 + 0,1))/(0,06 x 0,01) = 53,3
- $T_{60\ min}$ = 260 graden, conform testdata Multifire, bij profielfactor 52,4 ≈ 53,3
  Zie ook de aangeleverde documenten van Multifire
- Gegevens juiste type Invar, via Moeskops; Werkstoffdatenblatt

- ΔT = 260-20 = 240 °C
- Maximale thermische uitzetting bij 260 graden: 4,3 x 10^{-6} /K
- Thermische uitzetting ΔI/I= 240 x 4,3 x10^{-6} = 1,032 mm/m

Strip gedeeltelijk belast door brand (grootste deel in brandwerende gevel):
- Profielfactor: (0,06 + 2x 0,02)/(0,06 x 0,01) = 16,7
- Aanname: $T_{60\ min}$ = 260/2 = 130 graden
- ΔT = 130-20 = 110 °C
- Maximale thermische uitzetting bij 130 graden: 1,8 x 10^{-6} /K
- Thermische uitzetting ΔI/I= 110 x 1,8 x10^{-6} = 0,198 mm/m

5.1,2,e

NB:
- In de berekening wordt er van uitgegaan dat de hangstaaf van 60x100 de warmte naar binnen toe geleidt als zijnde een massieve staaf. In werkelijkheid zijn het 3 losse staven van 20 mm dik waardoor de warmte minder goed zal worden overgedragen aan de centrale (Invar) hangstaaf.
- In de berekening is ervan uitgegaan dat bij een brand de volledige hangstaaf doorsnede over de volledige hoogte dezelfde maximale temperatuur krijgt.
- Er zijn geen gegevens voor handen m.b.t. de opwarming van de gedeeltelijk aan brand blootgestelde hangstaaf met profielfactor 16,7.
  Met DGMR is besproken dat de aanname (opwarming tot 50% van de 260 graden als voor de volledig blootgestelde hangstaaf bepaald) conservatief is.
  In werkelijkheid zal de temperatuur van de staven dichter bij elkaar liggen.



Voor de lengte van de slobgaten t.b.v. uitzetting van de buitenste staven van normaal staal rekening houden met een uitzetting bij brand van:
ΔI/I= 240 x 12 x10^{-6} = 2,9 mm/m

- uitgangspunt verdeling: vanaf de trap de deling zo hoog mogelijk
- oppervlaktebehandeling schroeven M6 en M20?
- (....) afhankelijk van voetdetails
- [....] afhankelijk van definitieve uitvoering detail 2
- hangstaven brandwerend behandelen
- definitieve uitvoering en detaillering volgens berekening

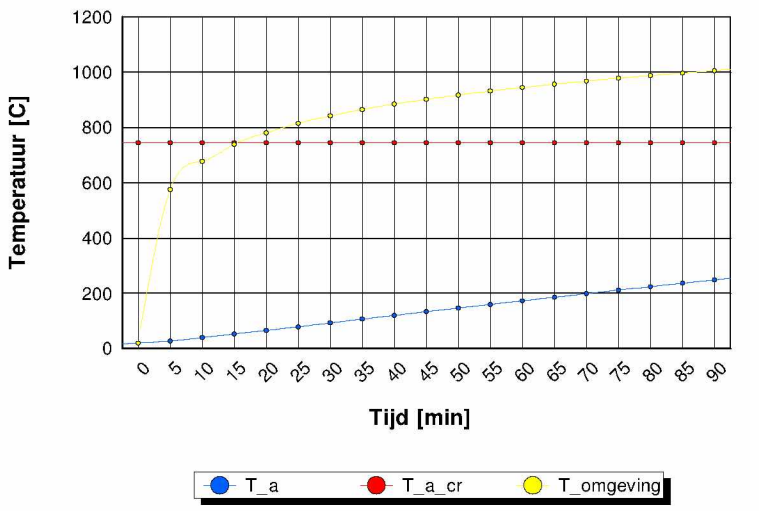
DETAIL 3
(2x ag, 2x sp)

DETAIL 4
(5x ag, 5x sp)

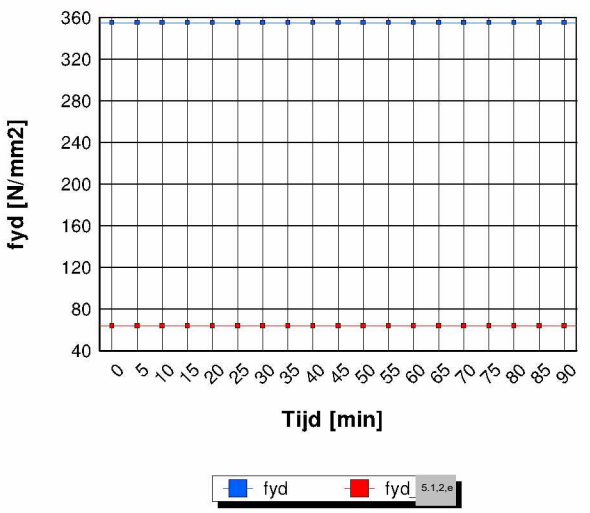
Bijlage 5 Uitdraai Brawesta berekening brandwerendheid strip 60x100

Projectnaam:		**Projectnr:**	
Onderdeel:		**Constructeur:**	
Klant:		**Datum:**	

Temperatuurverloop bij standaardbrand



Vloeigrens ontwikkeling



Belasting type: Trekstaaf

Nt,u,d (T-fire)	102.00	[kN]

Profiel			**Y-as**		
fyd (20°)	355	[N/mm2]			
fyd (brand)	355	[N/mm2]			
M_y,pl,d	31.95	[kNm]	Wy,pl	90000	[mm3]
Nt,u,d	568.00	[kN]	Doorsnede	1600	[mm2]
			Oppervlak per meter	0.320	[m2/m]

Isolatie Multifire System S605 **Geldig tot** 31 - 12 - 2099

Type	Opschuimende verf	
Specifieke warmte	1	[J/kgK]
Dichtheid	1	[kg/m3]
Toegepaste isolatiedikte	3.40	[mm]
Profielfactor	90	[m/m2]

Resultaten

Vereiste brandwerendheid	60	[min]	η	0,18	
Berekende brandwerendheid	219	[min]	κ	1,00	
			5.1.2,e temperatuur	279	[C]
Conclusie:	**Brandwerendheid voldoende**		5.1.2,e temperatuur.	745	[C]
T-kritiek is hoger dan T max uit test resultaat (700 °C)			Omgevingstemperatuur.	945	[C]

Bijlage 6 Uitdraai TS/Liggers stalen oplegkoker

TS/Liggers Rel: 6.02 13 jun 2016
Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt
Constructeur.: MdG
Opdrachtgever:
Dimensies....: kN/m/rad
Datum.....: 30/05/2016
Bestand.....: p:\2016\316-071 hi-con trap amvest\5.0 berekeningen en rapportages pbt\5.5 uitvoering\berekeningen\2016-06-09_oplegkoker-middensteunpunt.dlw

Betrouwbaarheidsklasse : 2 Referentieperiode : 50

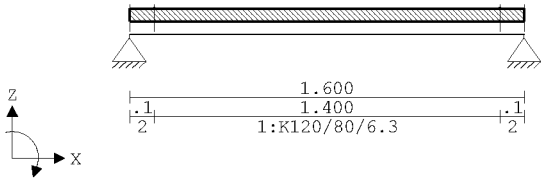
Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

LIGGER:1 enkele koker

GEOMETRIE

Ligger:1 enkele koker



VELDLENGTEN

Ligger:1 enkele koker

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	1.600	1.600

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	S355	210000	78.5	0.30	1.2000e-005

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	K120/80/6.3	1:S355	2.3187e+003	4.3980e+006	0.00
2	STRIP20*120	1:S355	2.4000e+003	2.8800e+006	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	80	120	60.0					
2	0:Normaal	20	120	60.0					

TS/Liggers Rel: 6.02 13 jun 2016

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

DOORSNEDEN

Ligger:1 enkele koker

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	0.100	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
2	0.100	1.500	1.400	1:K120/80/6.3	0.000	1:K120/80/6.3	0.000
3	1.500	1.600	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding Br.[mm]
1	0.000	0.100	0.100	1:Vast	
2	0.100	1.500	1.400	1:Vast	
3	1.500	1.600	0.100	1:Vast	

PROFIELVORMEN [mm]

1 K120/80/6.3



2 STRIP20*120

BELASTINGGEVALLEN

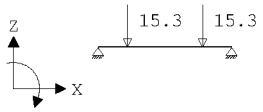
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.50	0.50	0.30	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:1 Permanent



VELDBELASTINGEN

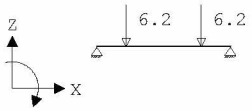
Ligger:1 enkele koker B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		8:Puntlast		-15.300			0.350	
2		8:Puntlast		-15.300			1.250	

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast		-6.200			0.350	
2	8:Puntlast		-6.200			1.250	

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	P	1.35									
2	Fund.	1	P	0.90									
3	Fund.	1	P	1.35	2	psi0	1.50						
4	Fund.	1	P	1.20	2	Extr	1.50						
5	Fund.	1	P	0.90	2	Extr	1.50						
6	Fund.	1	P	0.90	2	psi0	1.50						
7	Kar.	1	P	1.00	2	Extr	1.00						
8	Quas.	1	P	1.00									
9	Quas.	1	P	1.00	2	psi2	1.00						
10	Freq.	1	P	1.00									
11	Freq.	1	P	1.00	2	psi1	1.00						
12	Blij.	1	P	1.00									

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

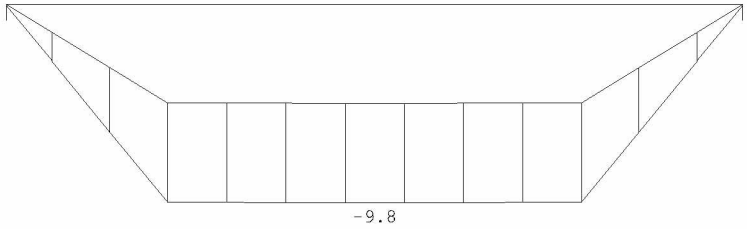
BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Alle velden de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN

Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie



Fmin:13.9 13.9
Fmax:27.8 27.8

REACTIES

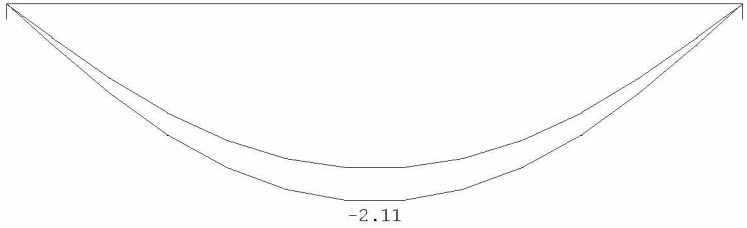
Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	13.90	27.84	0.00	0.00
2	13.90	27.84	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Ligger:1 enkele koker

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm^2]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	K120/80/6.3	355	Warmgewalst	3
2	STRIP20*120	355	Gewalst	3

Partiële veiligheidsfactoren:
Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KIPSTABILITEIT

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Plts. aangr.		l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1-3	1.0*h	boven:	1.60	1.600
		onder:	1.60	1.600

TOETSING SPANNINGEN

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Mat nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C.	[N/mm^2]	Opm.
1-3	1	4	1	3	My-max	EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.375	133	43,76

Opmerkingen:
[43] Bij een samengestelde staaf is het profiel met de kleinste W genomen voor stabiliteitstoetsingen.
[76] Toetsing van kipstabiliteit voor dit profieltype is niet voorzien.

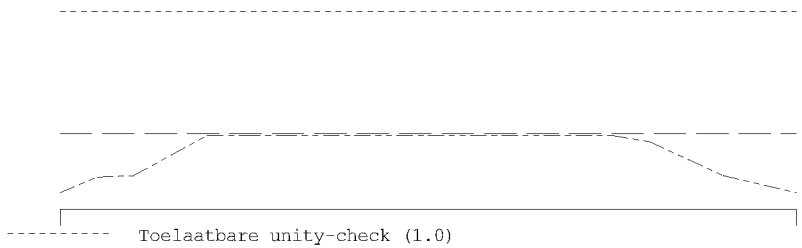
TOETSING DOORBUIGING

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Overst J	Zeeg [mm]	u_{tot} [mm]	BC	Sit		u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1-3	Vloer	db	1.60	N	N	0.0	-2.5	7	1	Eind	-2.5	±6.4	0.004
		db						7	1	Bijk	-0.7	±4.8	0.003

UNITY-CHECK'S

Ligger:1 enkele koker OMHULLENDE VAN ALLES

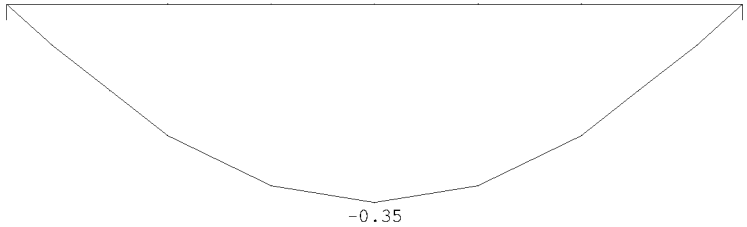


---------- Toelaatbare unity-check (1.0)
———— Hoogste unity-check i.v.m. doorsnedecontrole
—— —— — Hoogste unity-check i.v.m. doorbuiging

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

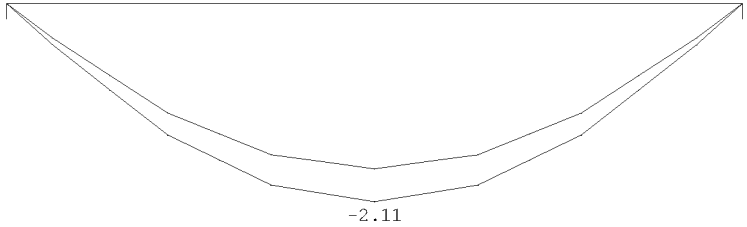
DOORBUIGINGEN Wbij [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN Wmax [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

DOORBUIGINGEN

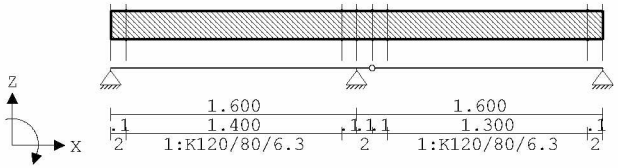
Frequente combinatie

Veld	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	[lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]	[lrep/]
1	Neg.	0.800	1600	-1.8		-0.4	4539	-2.1		-2.1	759

LIGGER:2 dubbele koker

GEOMETRIE

Ligger:2 dubbele koker



VELDLENGTEN

Ligger:2 dubbele koker

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	1.600	1.600
2	1.600	3.200	1.600

DOORSNEDEN

Ligger:2 dubbele koker

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	0.100	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
2	0.100	1.500	1.400	1:K120/80/6.3	0.000	1:K120/80/6.3	0.000
3	1.500	1.600	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
4	1.600	1.700	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
5	1.700	1.800	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
6	1.800	3.100	1.300	1:K120/80/6.3	0.000	1:K120/80/6.3	0.000
7	3.100	3.200	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	0.100	0.100	1:Vast		
2	0.100	1.500	1.400	1:Vast		
3	1.500	1.600	0.100	1:Vast		
4	1.600	1.700	0.100	0:Scharnier		
5	1.700	1.800	0.100	1:Vast		
6	1.800	3.100	1.300	1:Vast		
7	3.100	3.200	0.100	1:Vast		

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

PROFIELVORMEN [mm]

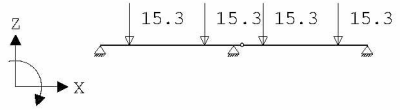
1 K120/80/6.3



2 STRIP20*120

VELDBELASTINGEN

Ligger:2 dubbele koker B.G:1 Permanent



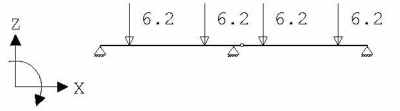
VELDBELASTINGEN

Ligger:2 dubbele koker B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		8:Puntlast		-15.300			0.350	
2		8:Puntlast		-15.300			1.250	
3		8:Puntlast		-15.300			1.950	
4		8:Puntlast		-15.300			2.850	

VELDBELASTINGEN

Ligger:2 dubbele koker B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:2 dubbele koker B.G:2 Veranderlijk

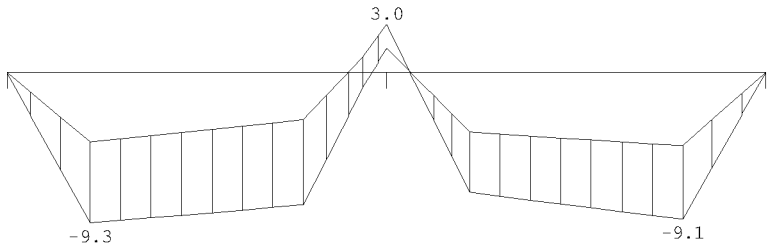
Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		8:Puntlast		-6.200			0.350	
2		8:Puntlast		-6.200			1.250	
3		8:Puntlast		-6.200			1.950	
4		8:Puntlast		-6.200			2.850	

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

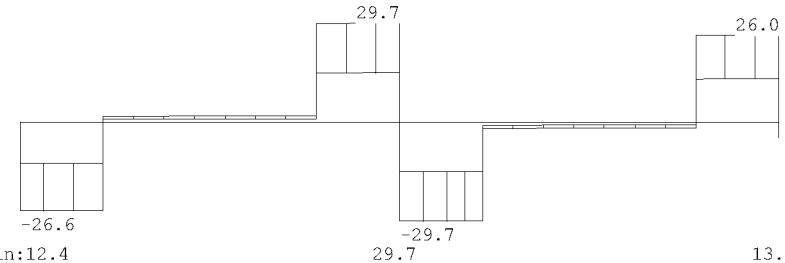
MOMENTEN

Ligger:2 dubbele koker Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:2 dubbele koker Fundamentele combinatie



Fmin:12.4 29.7 13.0
Fmax:26.6 59 26.0

REACTIES

Ligger:2 dubbele koker Fundamentele combinatie

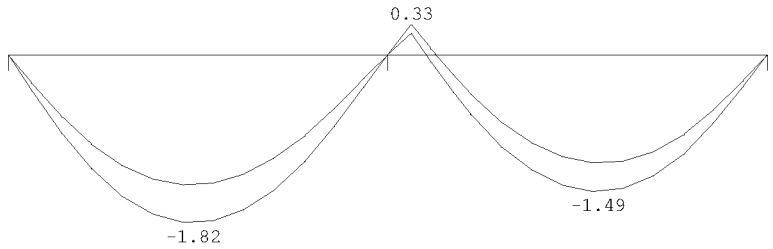
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	12.36	26.60	0.00	0.00
2	29.66	59.38	0.00	0.00
3	12.98	25.98	0.00	0.00

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm]

Ligger:2 dubbele koker Frequente combinatie



KIPSTABILITEIT

Ligger:2 dubbele koker

Staaf	Plts. aangr.		l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1-3	1.0*h	boven:	1.60	1.600
		onder:	1.60	1.600
4-7	1.0*h	boven:	1.60	1.600
		onder:	1.60	1.600

TOETSING SPANNINGEN

Ligger:2 dubbele koker

Staaf	Mat nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C.	[N/mm²]	Opm.
1-3	1	4	2	3	My-max	EN3-1-1	6.2.8	(6.29)	0.357	127	43,76
4-7	1	4	1	3	My-max	EN3-1-1	6.2.8	(6.29)	0.349	124	60,43,76

Opmerkingen:
[43] Bij een samengestelde staaf is het profiel met de kleinste W genomen voor stabiliteitstoetsingen.
[60] Waarschuwing: Er is een intern staafscharnier aanwezig!
[76] Toetsing van kipstabiliteit voor dit profieltype is niet voorzien.

TOETSING DOORBUIGING

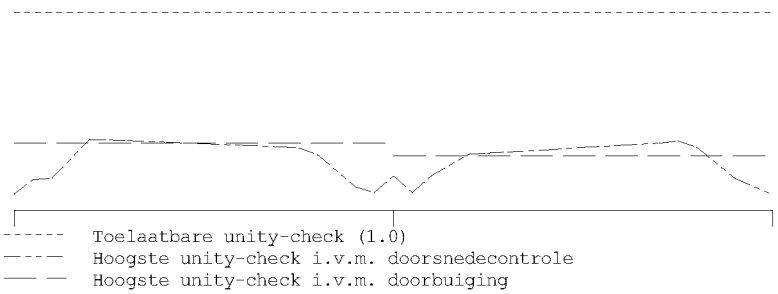
Ligger:2 dubbele koker

Staaf	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Overst J	Zeeg [mm]	u_{tot} [mm]	BC	Sit		u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1-3	Vloer	db	1.60	N	N	0.0	-2.2	7	2	Eind	-2.2	±6.4	0.004
		db						7	2	Bijk	-0.7	±4.8	0.003
4-7	Vloer	db	1.60	N	N	0.0	-1.8	7	3	Eind	-1.8	±6.4	0.004
		db						7	3	Bijk	-0.6	±4.8	0.003

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

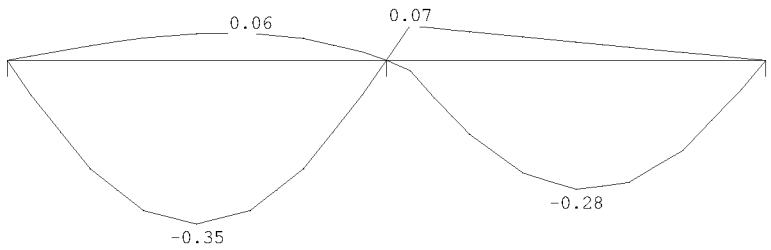
UNITY-CHECK'S

Ligger:2 dubbele koker OMHULLENDE VAN ALLES



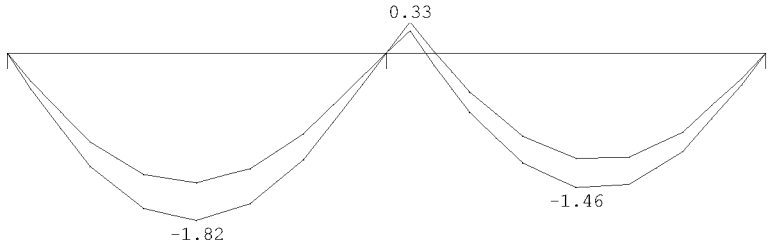
DOORBUIGINGEN Wbij [mm]

Ligger:2 dubbele koker Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN Wmax [mm]

Ligger:2 dubbele koker Frequente combinatie



Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

DOORBUIGINGEN

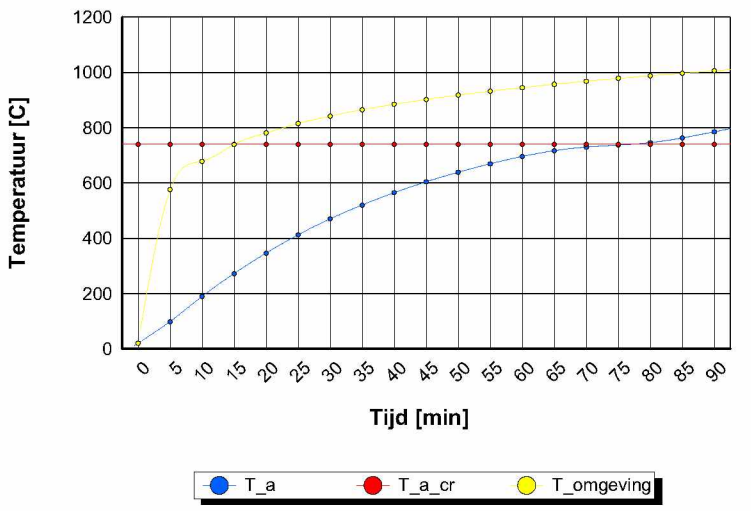
Frequente combinatie

Veld	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{bij} [1rep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]	w_{max} [1rep/]
1	Neg.	0.800	1600	-1.5		-0.4	4539	-1.8		-1.8	878
2	Neg.	0.800	1600	-1.2		-0.3	5761	-1.5		-1.5	1092
2	Pos.	0.100	1600	0.3		0.1	21532	0.3		0.3	4827

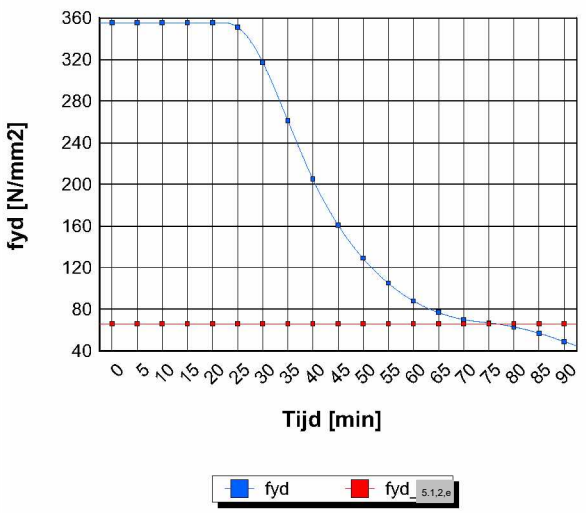
Bijlage 7 Uitdraai Brawesta berekening brandwerendheid oplegkoker

Projectnaam:	Hi-Con trappen kantoor 5.1,2,e	**Projectnr:**	316-071
Onderdeel:	Brandwerendheid oplegkoker	**Constructeur:**	MdG
Klant:		**Datum:**	3-11-2016

Temperatuurverloop bij standaardbrand



Vloeigrens ontwikkeling



Belasting type: Ligger, 4 zijdig verhit,statisch bepaald

			M_th,s,d	6.10	[kNm]
Profiel	KW120/80/6.3		**Y-as**		
fyd (20°)	355	[N/mm2]			
fyd (brand)	88	[N/mm2]			
M_y,pl,d	32.77	[kNm]	Wy,pl	92321	[mm3]
			Doorsnede	2342	[mm2]
			Oppervlak per meter	0.400	[m2/m]
Isolatie	Multifire System S605		**Geldig tot**	31 - 12 - 2099	
Type	Opschuimende verf				
Specifieke warmte	1	[J/kgK]			
Dichtheid	1	[kg/m3]			
Toegepaste isolatiedikte	0.60	[mm]			
Profielfactor	171	[m/m2]			

Resultaten

Vereiste brandwerendheid	60	[min]	η	0,19	
Berekende brandwerendheid	61	[min]	κ	1,00	
			5.1,2,e temperatuur	696	[C]
Conclusie:	**Brandwerendheid voldoende**		5.1,2,e temperatuur.	740	[C]
T-kritiek is hoger dan T max uit test resultaat (700 °C)			Omgevingstemperatuur.	945	[C]

Bijlage 8 **Rekensheets trapdelen**

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e - Amsterdam

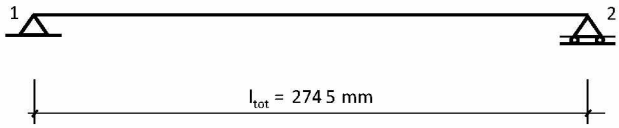
Description: Hi-Con trappen - onderste trap

Author: Mdg

Version: RvN06-06-2016

Date: 5-4-2017

Length 2745 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %	amount of fibers
γ_c	1,5 -	safety factor concrete
γ_s	1,15 -	safety factor steel
ρ_{CRC}	27 kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\ CRC}$	110 N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3 N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\ CRC}$	5,00 N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33 N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\ CRC}$	42.000 N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\ CRC}$	18.261 N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3 -	creep factor at t→ ∞
ν	0,3 -	poisson ratio
$f_{yk,\ CRC}$	500 N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\ CRC}$	435 N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000 N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76 -	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95 -	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50 N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class	CC2			Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Frequent Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003 x l_{tot}	
Total bending	w_{end}	<	0,004 x l_{tot}	
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

w_{added}	4,53 mm	<	8,24 mm	✓
w_{end}	6,42 mm	<	10,98 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	7,17 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5			
$M_{d,6.10.a,i}$	15,71					kNm		
$M_{d,6.10.b,i}$	17,45					kNm		
$M_{d,max,i}$	17,45					kNm		
ω	0,076					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$	
μ	0,073					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$	
$M_{Rd,i}$	34,7					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$	
Unity check M_d	**0,50**					-	= M_{Ed}/M_{Rd}	✓
$V_{d,6.10.a,i}$	22,89					kN		
$V_{d,6.10.b,i}$	25,42					kN		
$V_{d,max,i}$	25,42					kN		
$V_{Rd,i}$	146,52					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$	
Unity check V_d	**0,17**					-		✓

Results reactions

R_{d1}	25,42 kN
R_{d2}	25,42 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	2745	0	0	0	0	mm	
to	2745					mm	
b_i	1480					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,\ i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,\ i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	25					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	1257					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	59					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	1,29					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0129					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	19,4					mm	= $h_{eff}\{-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)}\}$
$h_{c,\infty,i}$	26,9					mm	= $h_{eff}\{-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)}\}$
$x_{u,0,i}$	45,7					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}]\ /\ [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,8					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}]\ /\ [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - onderste trap

Author: Mdg

Version: RvN06-06-2016

Date: 5-4-2017

$I_{c,i}$	89.910.000	mm^4	$= 1/12bh^3$
$I_{u,0,i}$	91.923.307	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	94.951.975	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	16.596.597	mm^4	$= 1/12bh_{c0}^3+1/3bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	30.643.923	mm^4	$= 1/12bh_{c\infty}^3+1/3bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	1.998.000	mm^3	$= 1/6bh^2$
$W_{u,0,i}$	2.075.944	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	10,38	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1.2,e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-6,285	kN/m	$q_{1,G,end}$	-6,285	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-4,440	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-4,440	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{2,G,begin}$	-1,800	kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,800	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{3,G,begin}$	-1,800	kN/m	$q_{3,G,end}$	-1,800	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm
$q_{4,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2745	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm
$F_{2,G}$	0,000	kN
$F_{2,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm
$F_{3,G}$	0,000	kN
$F_{3,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm
$F_{4,G}$	0,000	kN
$F_{4,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e - Amsterdam

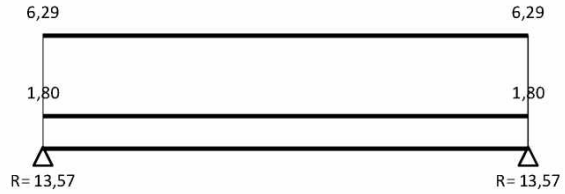
Description: Hi-Con trappen - onderste trap

Author: Mdg

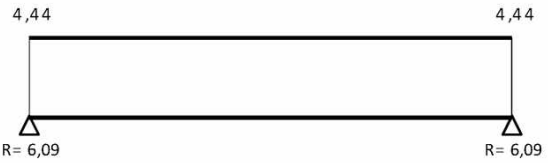
Date: 5-4 -2017

Version: RvN 06-06-2016

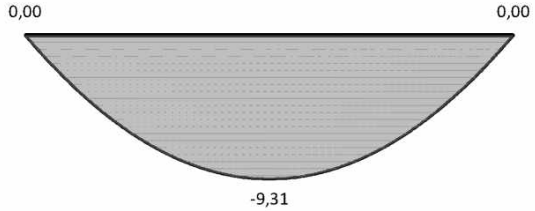
Loads Permanent loading



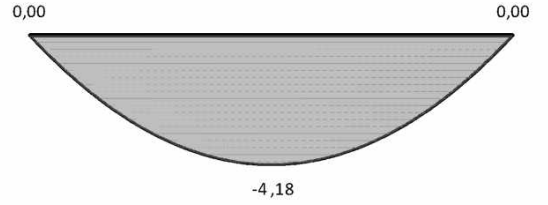
Loads Variable loading



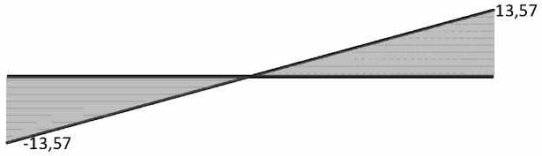
Moments [kNm] Permanent loading



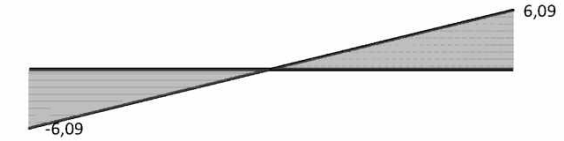
Moments [kNm] Variable loading



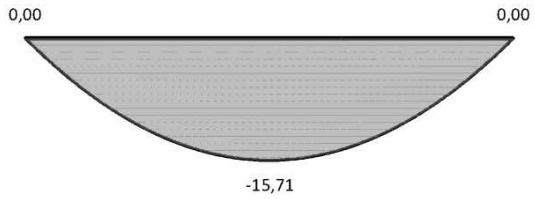
Shear [kN] Permanent loading



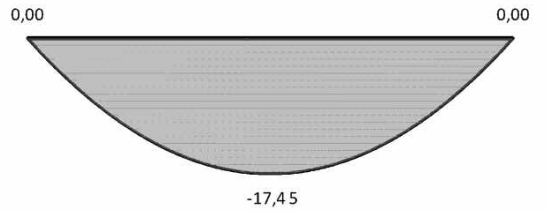
Shear [kN] Variable loading



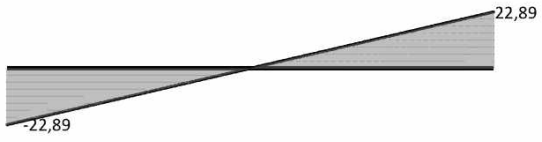
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



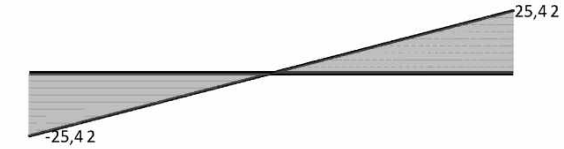
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



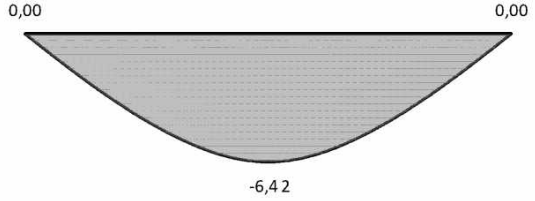
Shear [kN] Fundamental 6.10a



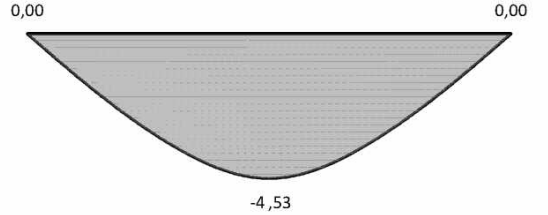
Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl.precamber



Deflection [mm] Added



Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e - Amsterdam

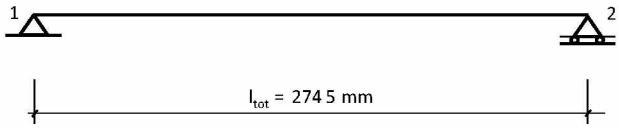
Description: Hi-Con trappen - bovenste trap

Author: Mdg

Version: RvN06-06-2016

Date: 5-4-2017

Length 2745 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %	amount of fibers
γ_c	1,5 -	safety factor concrete
γ_s	1,15 -	safety factor steel
ρ_{CRC}	27 kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\ CRC}$	110 N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3 N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\ CRC}$	5,00 N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33 N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\ CRC}$	42.000 N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\ CRC}$	21.000 N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,0 -	creep factor at t→ ∞
ν	0,3 -	poisson ratio
$f_{yk,\ CRC}$	500 N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\ CRC}$	435 N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000 N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76 -	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	9,52 -	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50 N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class	CC2			Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Frequent Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003 x l_{tot}	
Total bending	w_{end}	<	0,004 x l_{tot}	
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

w_{added}	5,27 mm	<	8,24 mm	✓
w_{end}	8,66 mm	<	10,98 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	5,99 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5			
$M_{d,6.10.a,i}$	18,38					kNm		
$M_{d,6.10.b,i}$	19,82					kNm		
$M_{d,max,i}$	19,82					kNm		
ω	0,076					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$	
μ	0,073					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$	
$M_{Rd,i}$	34,7					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$	
Unity check M_d	**0,57**					-	= M_{Ed}/M_{Rd}	✓
$V_{d,6.10.a,i}$	27,33					kN		
$V_{d,6.10.b,i}$	29,37					kN		
$V_{d,max,i}$	29,37					kN		
$V_{Rd,i}$	146,52					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$	
Unity check V_d	**0,20**					-		✓

Results reactions

R_{d1}	28,39 kN
R_{d2}	29,37 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	2745	0	0	0	0	mm	
to	2745					mm	
b_i	1480					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,\ i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,\ i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	25					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	1257					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	59					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{cd}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	1,29					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0129					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	19,4					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	25,6					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,7					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,6					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - bovenste trap

Author: Mdg

Version: RvN06-06-2016

Date: 5-4-2017

$I_{c,i}$	89.910.000	mm^4	$= 1/12bh^3$
$I_{u,0,i}$	91.923.307	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	94.282.113	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	16.596.597	mm^4	$= 1/12bh_{c0}^3+1/3bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	27.810.362	mm^4	$= 1/12bh_{c\infty}^3+1/3bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	1.998.000	mm^3	$= 1/6bh^2$
$W_{u,0,i}$	2.075.944	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	10,38	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1.2,e **loads**

$q_{1,G,begin}$	-6,285 kN/m	$q_{1,G,end}$	-6,285 kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-4,440 kN/m	$q_{1,Q,end}$	-4,440 kN/m
distance a	0 mm	length	2745 mm
$q_{2,G,begin}$	-2,400 kN/m	$q_{2,G,end}$	-3,300 kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000 kN/m
distance a	0 mm	length	2745 mm
$q_{3,G,begin}$	-2,400 kN/m	$q_{3,G,end}$	-3,300 kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000 kN/m
distance a	0 mm	length	2745 mm
$q_{4,G,begin}$	0,000 kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000 kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,000 kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000 kN/m
distance a	0 mm	length	2745 mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm
$F_{2,G}$	0,000	kN
$F_{2,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm
$F_{3,G}$	0,000	kN
$F_{3,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm
$F_{4,G}$	0,000	kN
$F_{4,Q}$	0,000	kN
distance a	2745	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

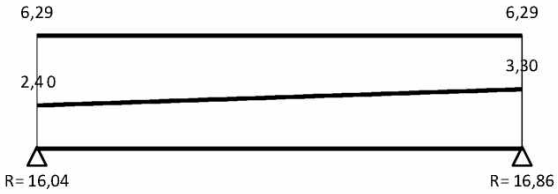
Description: Hi-Con trappen - bovenste trap

Author: Mdg

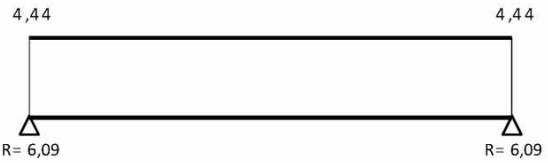
Date: 5-4 -2017

Version: RvN 06-06-2016

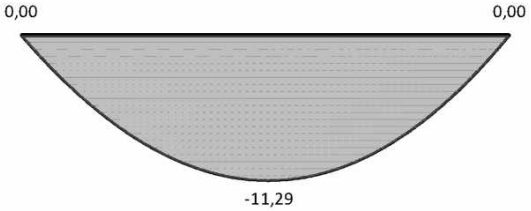
Loads Permanent loading



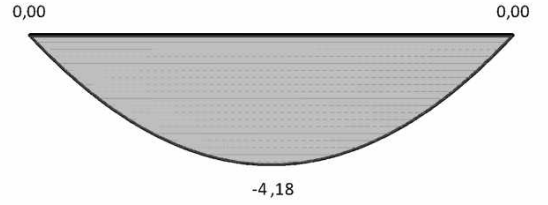
Loads Variable loading



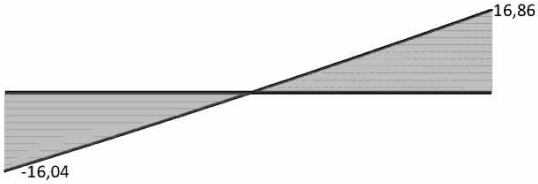
Moments [kNm] Permanent loading



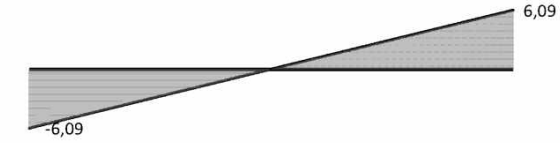
Moments [kNm] Variable loading



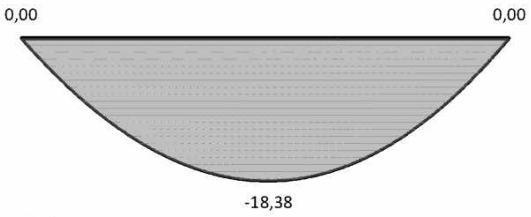
Shear [kN] Permanent loading



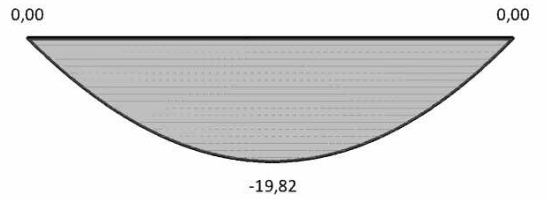
Shear [kN] Variable loading



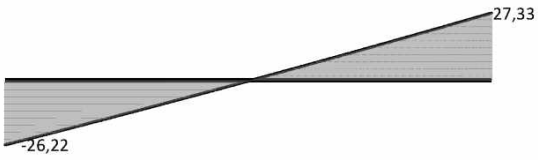
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



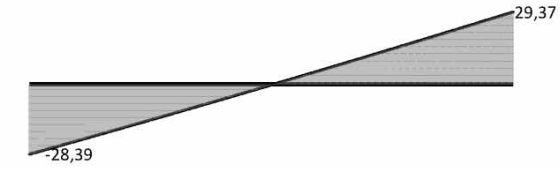
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



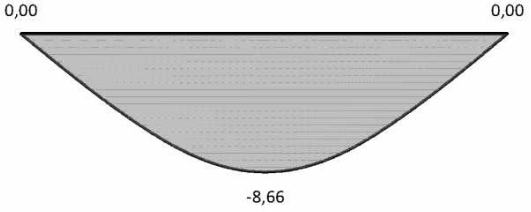
Shear [kN] Fundamental 6.10a



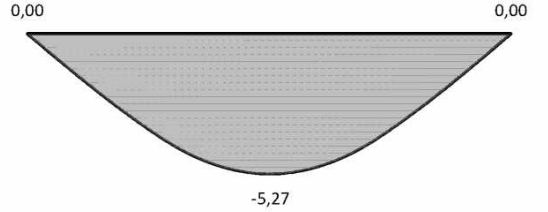
Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl.precamber



Deflection [mm] Added

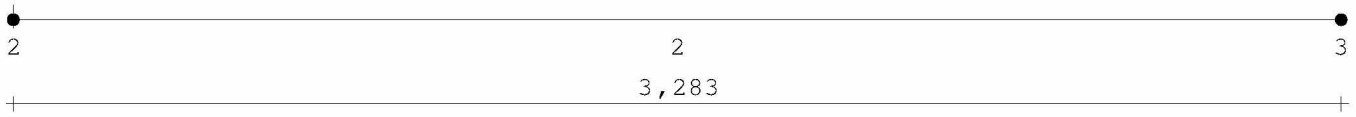


Bijlage 9 Uitdraai verplaatsingen t.p.v. oplegpunt trapdelen TS/Raamwerken en TS/Liggers

Project..: 316-071 Hi-Con trappen 5.1,2,e
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

Resultaten staaf:2 Freq:Wmax

Geometrie



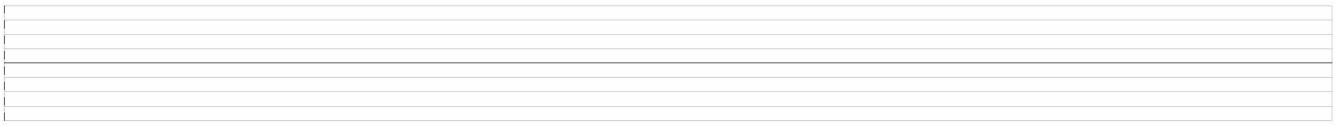
Momenten 2e orde



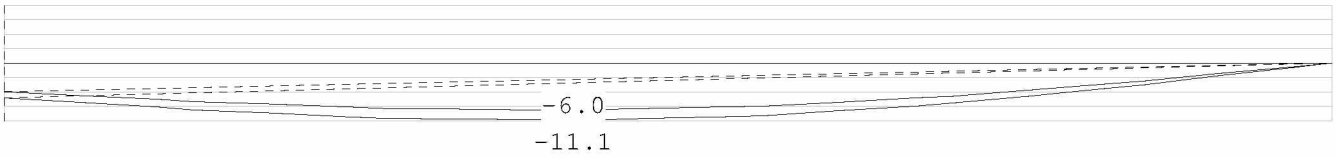
Dwarskrachten 2e orde



Normaalkrachten 2e orde



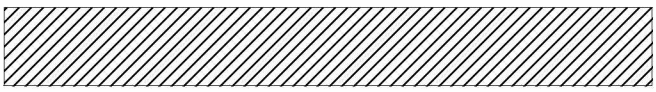
Verplaatsingen 2e orde



Resultaten van staaf:2 op pos:0.000

Momenten	
Dwarskr.	
Normaalkr.	
Verpl.[mm]	-6,65

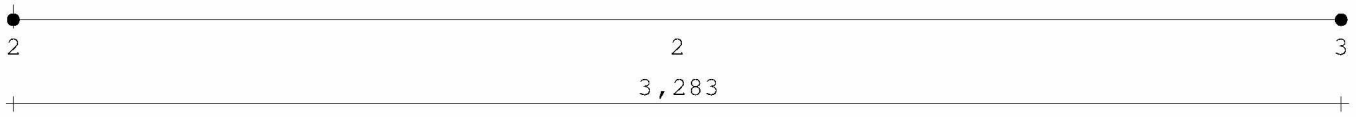
Profiel	B*H 750*90
E-modulus	19000
Oppervlak	67500
I_y	4.55625e+07



Project..: 316-071 Hi-Con trappen 5.1,2,e
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

Resultaten staaf:2 Freq:Wbij

Geometrie



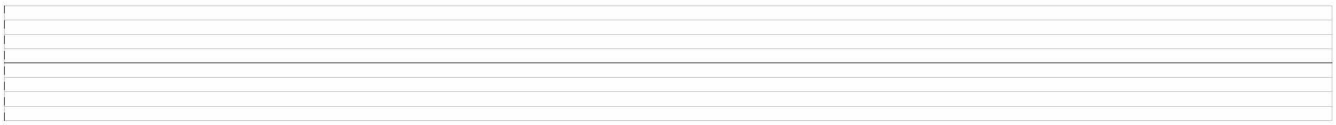
Momenten 2e orde



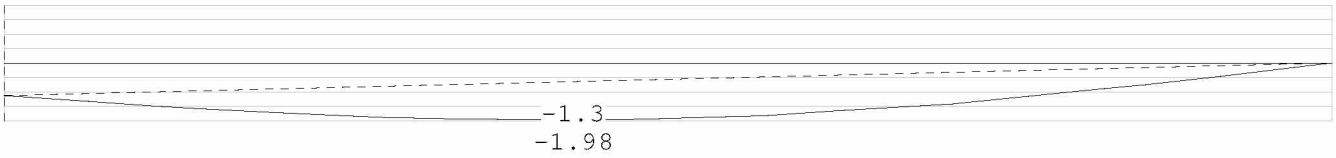
Dwarskrachten 2e orde



Normaalkrachten 2e orde



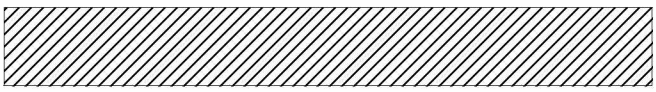
Verplaatsingen 2e orde



Resultaten van staaf:2 op pos:0.000

Momenten	
Dwarskr.	
Normaalkr.	
Verpl.[mm]	-1,12

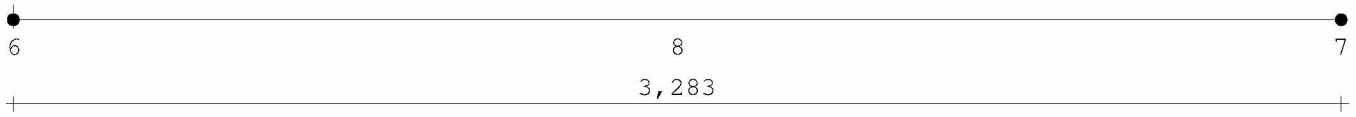
Profiel	B*H 750*90
E-modulus	19000
Oppervlak	67500
I_y	4.55625e+07



Project..: 316-071 Hi-Con trappen 5.1,2,e
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

Resultaten staaf:8 Freq:Wmax

Geometrie



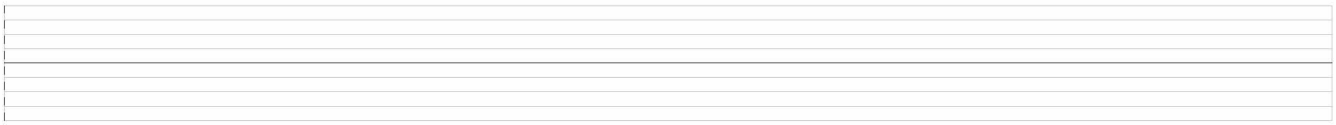
Momenten 2e orde



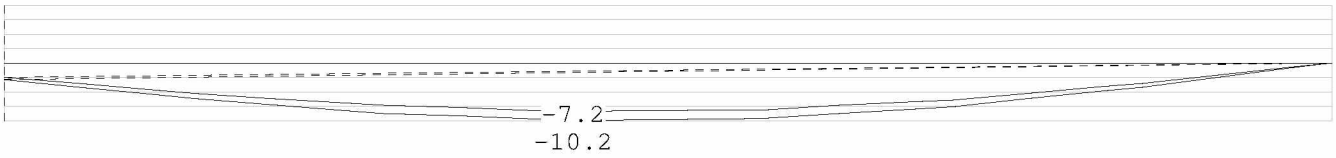
Dwarskrachten 2e orde



Normaalkrachten 2e orde



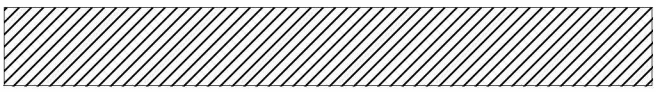
Verplaatsingen 2e orde



Resultaten van staaf:8 op pos:0.000

Momenten	
Dwarskr.	
Normaalkr.	
Verpl.[mm]	-2,98

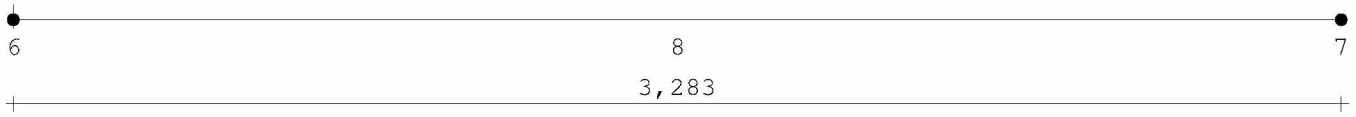
Profiel	B*H 750*90
E-modulus	19000
Oppervlak	67500
I_y	4.55625e+07



Project..: 316-071 Hi-Con trappen 5.1,2,e
Onderdeel: Systeem trappen en trekstang - Invar staal

Resultaten staaf:8 Freq:Wbij

Geometrie



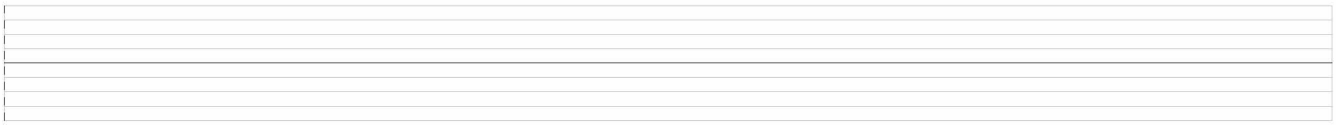
Momenten 2e orde



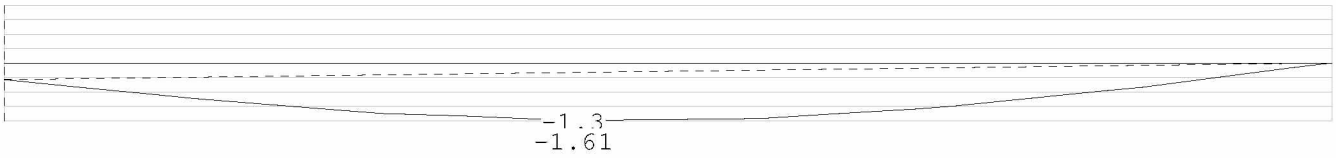
Dwarskrachten 2e orde



Normaalkrachten 2e orde



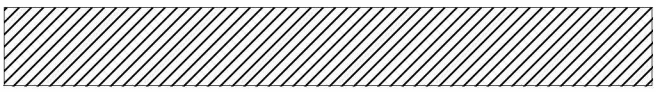
Verplaatsingen 2e orde



Resultaten van staaf:8 op pos:0.000

Momenten	
Dwarskr.	
Normaalkr.	
Verpl.[mm]	-0,47

Profiel	B*H 750*90
E-modulus	19000
Oppervlak	67500
I_y	4.55625e+07



Bijlage 10 Overzicht vervormingen systeem trappen en hangstaven bij brand

Pieters BOUWTECHNIEK

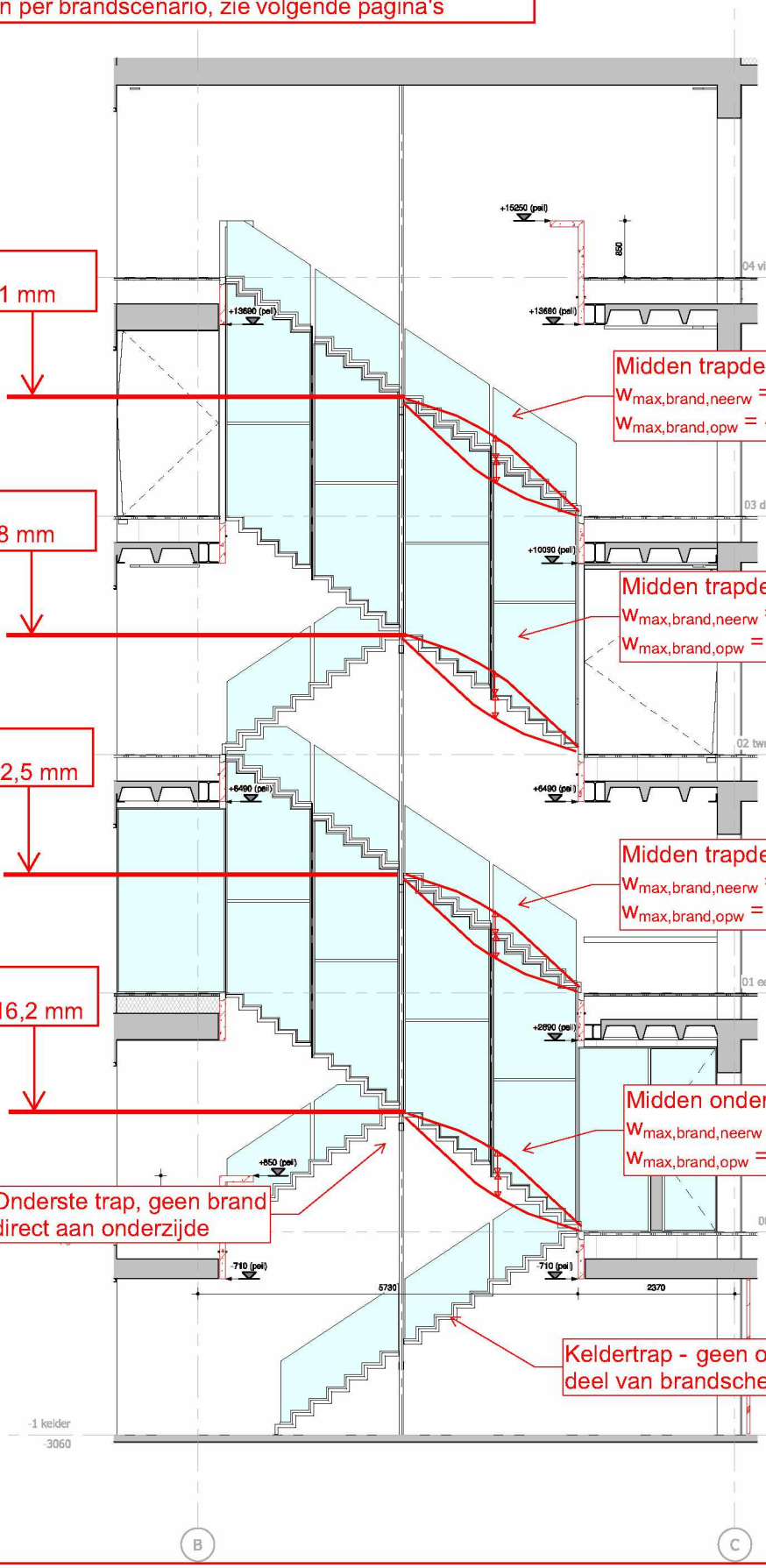
Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Maximale verplaatsingen, inclusief doorbuiging trappen. (Halverwege tussen vloer en hangstaaf)

Voor verplaatsingen per brandscenario, zie volgende pagina's



l= 4,9 meter
Δl = 4,9 x 1,032 = 5,1 mm

Midden trapdelen 3e-4e verdieping:
$w_{max,brand,neerw}$ = 5,1/2 + 14,5 = 17,1 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -5,1/2 + 19,6 = 17,1 mm

l= 8,5 meter
Δl = 8,5 x 1,032 = 8,8 mm

Midden trapdelen 2e-3e verdieping:
$w_{max,brand,neerw}$ = 8,8/2 + 14,5 = 18,9 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -8,8/2 + 19,6 = 15,2 mm

l= 12,1 meter
Δl = 12,1 x 1,032 = 12,5 mm

Midden trapdelen 1e-2e verdieping:
$w_{max,brand,neerw}$ = 12,5/2 + 14,5 = 20,8 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -12,5/2 + 19,6 = 13,4 mm

l= 15,7 meter
Δl = 15,7 x 1,032 = 16,2 mm

Midden onderste trapdelen:
$w_{max,brand,neerw}$ = 16,2/2 + 6,4 = 14,5 mm
$w_{max,brand,opw}$ = -16,2/2 + 19,6 = 11,5 mm

Onderste trap, geen brand direct aan onderzijde

Keldertrap - geen onder-deel van brandscheiding

Uitgangspunt:
Brand onderzijde: trapdeel max 14,5 mm doorbuiging in midden
Brand bovenzijde: trapdeel max 19,6 mm beweging omhoog in midden
Gebruikssituatie: onderste trap max 6,4 mm (einddoorbuiging, niet QP combinatie - dus ongunstig)

NB: bij de berekening van de doorbuiging van de trappen is uitgegaan van een scharnierende verbinding tussen de trappen. In werkelijkheid worden de trappen constructief gekoppeld en zal enige inklemming optreden wat een gunstig effect heeft op de optredende doorbuiging.

Pieters
BOUWTECHNIEK

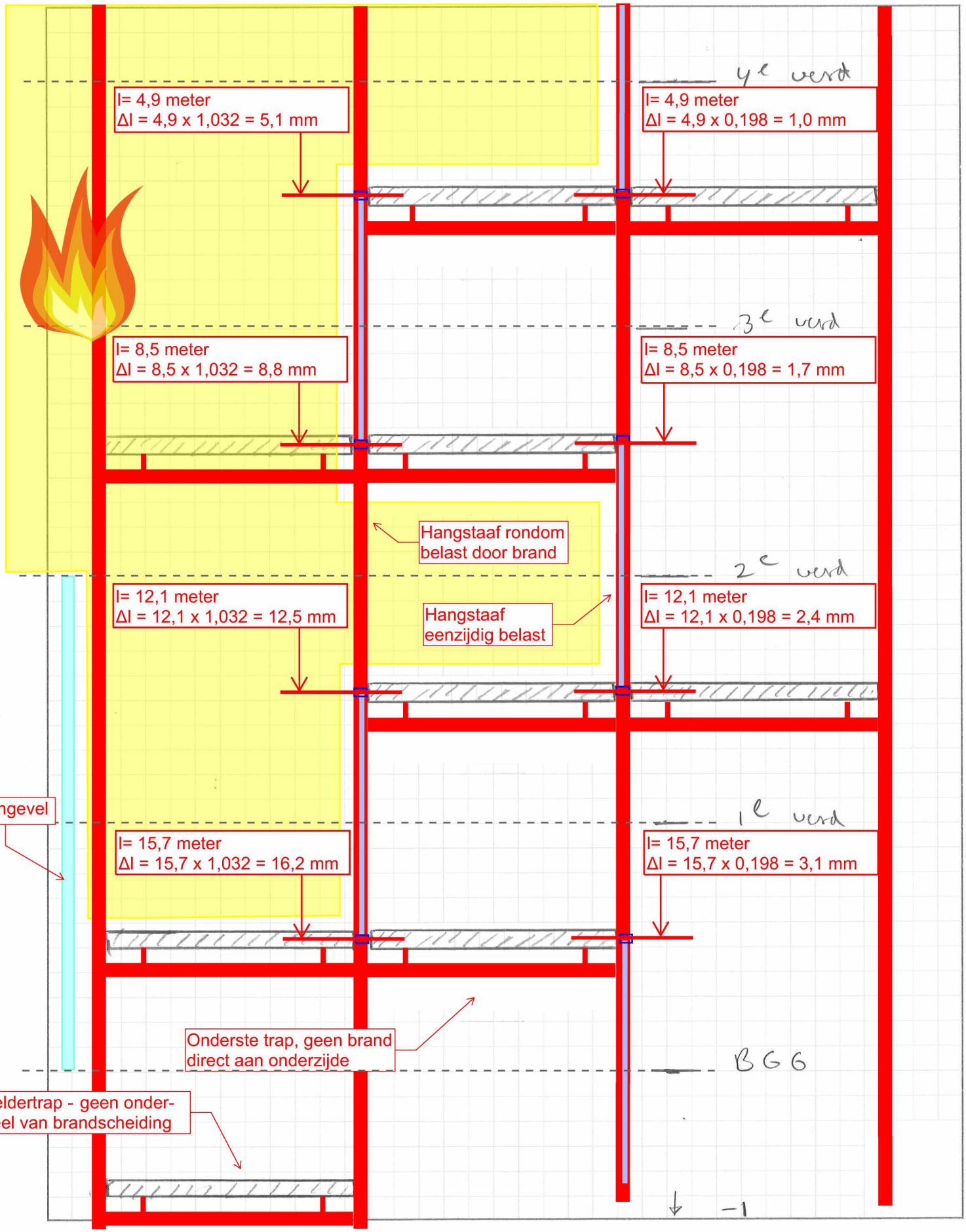
Pieters
BOUWTECHNIEK

Onderwerp:
Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

Project:
316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 1 - vervorming t.p.v. hangstaven



Pieters
BOUWTECHNIEK

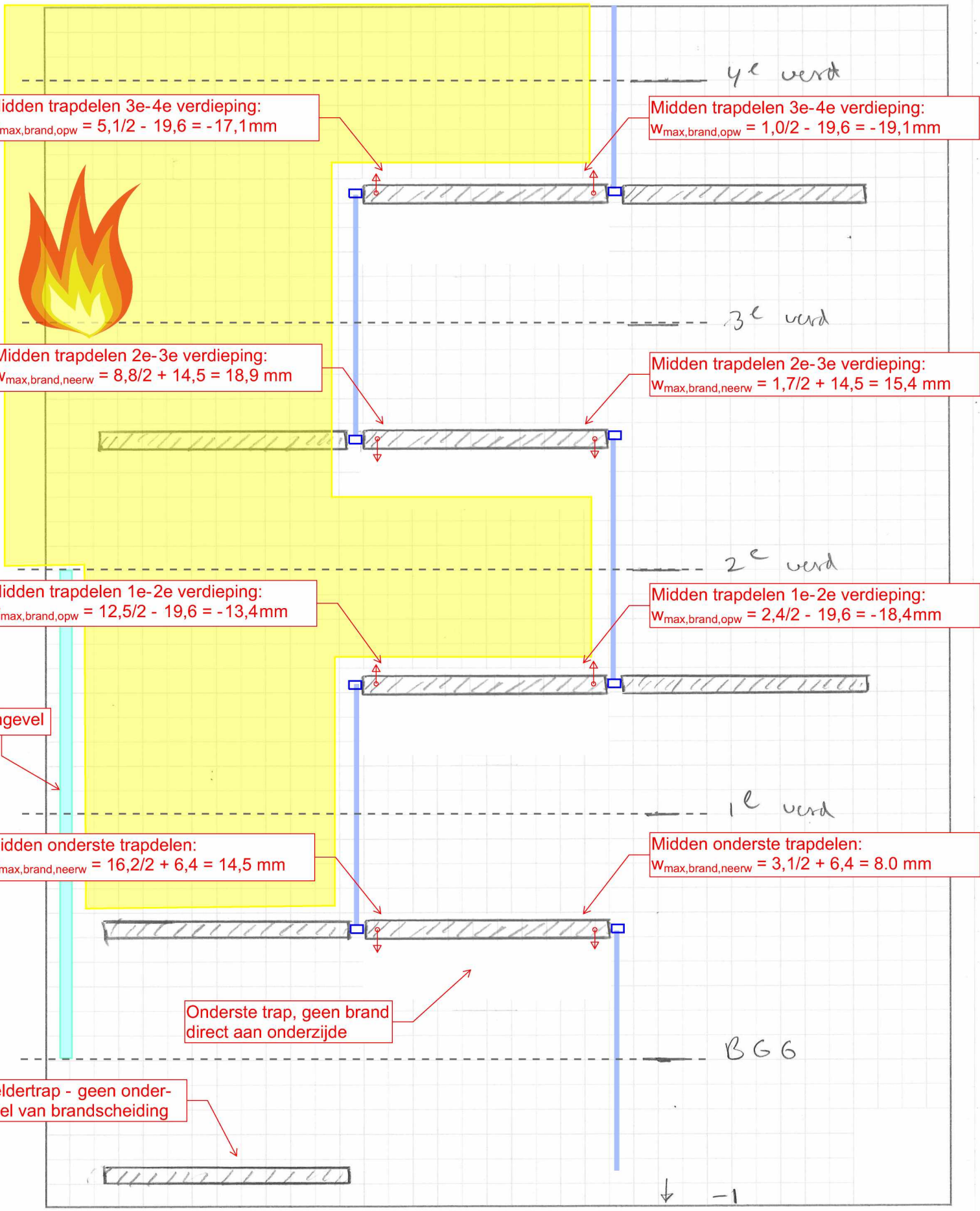
Pieters
BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 1 - vervorming halverwege tussen vloer en hangstaaf



Pieters
BOUWTECHNIEK

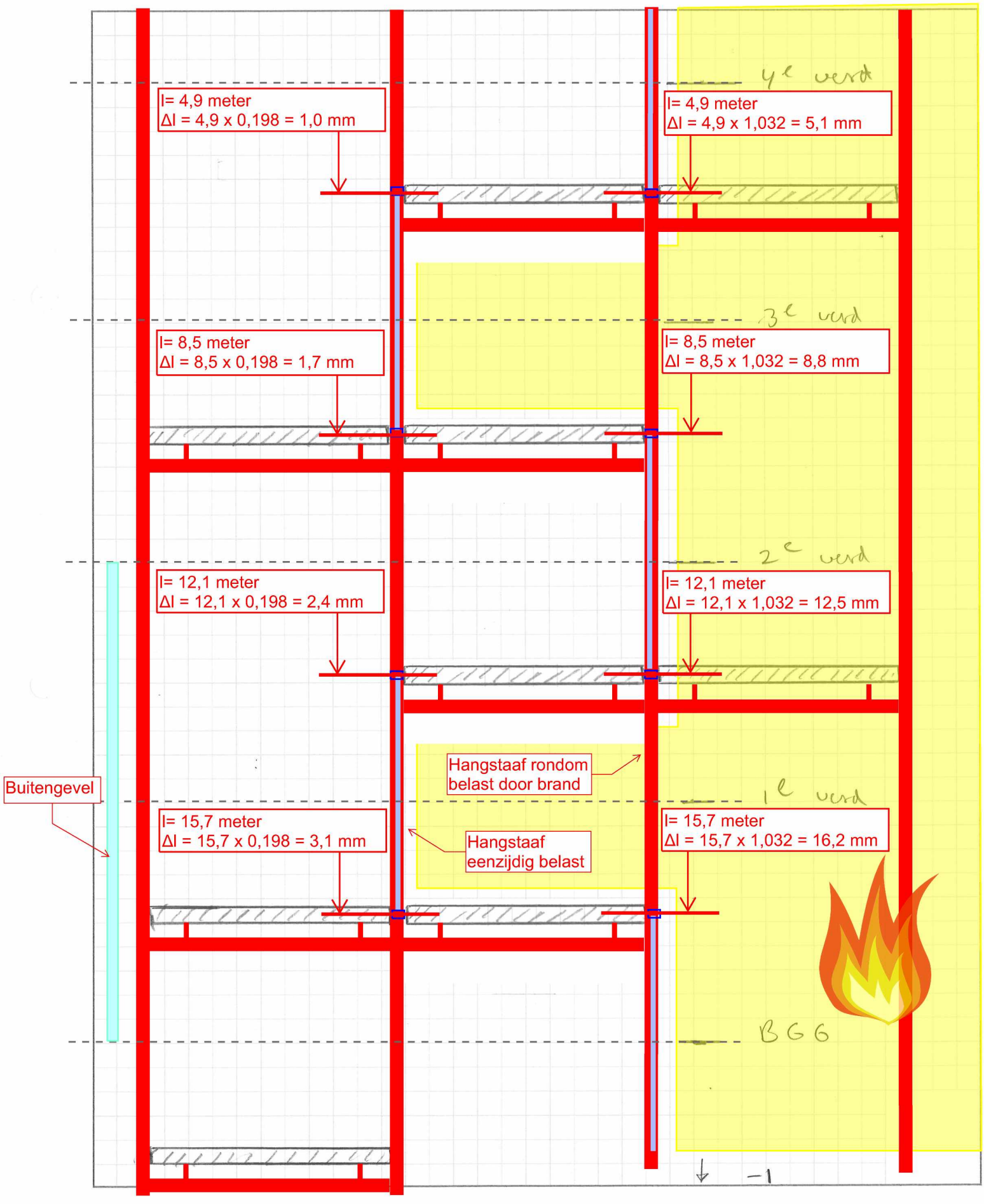
Pieters
BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

Project: 316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 2 - vervorming t.p.v. hangstaven



Pieters
BOUWTECHNIEK

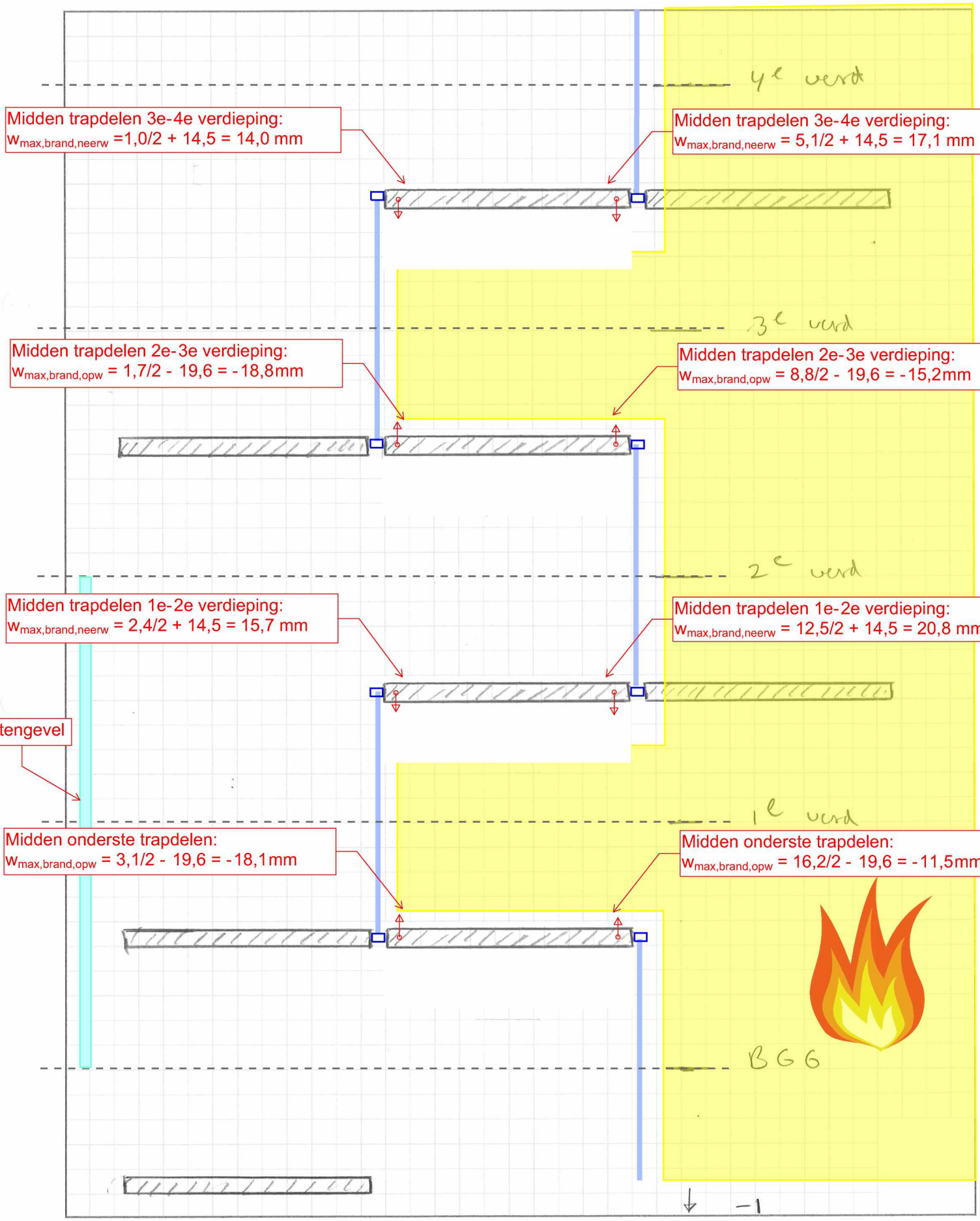
Pieters
BOUWTECHNIEK

Onderwerp:
Vervorming hangstaven en Hi-Con trappen bij brand

Datum: 22-03-2017 | Auteur: MdG

Project:
316-071 Trappen 5.1,2,e - Cruquius Amsterdam

Brandscenario 2 - vervorming halverwege tussen vloer en hangstaaf



Bijlage 11 Rekensheets oplegging onderste traptrede

Pieters BOUWTECHNIEK

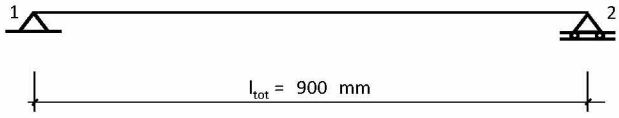
Project: 316-072 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - onderste trede t.b.v. oplegging - max veldmoment

Author: MdG
Date: 3-11-2016

Version: RvN 06-06-2016

Length 900 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %		amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr streng th
f_{cd}	73,3	N/mm²	desig n compressive streng th
$f_{ct,CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile streng th
f_{ctd}	3,33	N/mm²	desig n tensile streng th
$E_{c0,CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,CRC}$	18.261	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3	-	creep factor at t → ∞
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,CRC}$	500	N/mm²	characteristic tensile streng th
$f_{yd,CRC}$	435	N/mm²	desig n tensile streng th
E_s	200.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76	-	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95	-	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2		Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:			Frequent Combination
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_{tot}
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_{tot}
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

w_{added}	0,12 mm	<	2,70 mm	✓
w_{end}	0,18 mm	<	3,60 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	40,98 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentag eof creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	2,22					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	2,67					kNm	
$M_{d,max,i}$	2,67					kNm	
ω	0,024					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,024					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	3,0					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,90**					-	= M_{Ed}/M_{Rd} ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	9,88					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	11,85					kN	
$V_{d,max,i}$	11,85					kN	
$V_{Rd,i}$	18,63					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$
Unity check V_d	**0,64**					-	✓

Results reactions

R_{d1}	11,85 kN
R_{d2}	11,85 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	900	0	0	0	0	mm	
to	900					mm	
b_i	90					mm	width
h_i	170					mm	heig ht
$c_{min,i}$	23					mm	cover
$\Delta c_{dev,i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	1					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	50					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	#DEEL/0!					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	138					mm	= $h\text{-}c_{rnin}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,40					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0040					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	24,6					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	35,4					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	85,6					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	86,7					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-072 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - onderste trede t.b.v. oplegging - max veldmoment

Author: MdG
Date: 3-11-2016

Version: RvN 06-06-2016

$I_{c,i}$	36.847.500	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3$
$I_{u,0,i}$	37.372.180	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	38.208.242	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	3.524.662	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c0}^3+\frac{1}{4}bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	7.126.116	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c\infty}^3+\frac{1}{4}bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	433.500	mm^3	$= \frac{1}{6}bh^2$
$W_{u,0,i}$	443.045	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	2,22	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1,2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-11,700	kN/m	$q_{1,G,end}$	-11,700	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-8,200	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-8,200	kN/m
distance a	0	mm	leng th	900	mm
$q_{2,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	leng th	900	mm
$q_{3,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	leng th	900	mm
$q_{4,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	leng th	900	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	900	mm
$F_{2,G}$	0,000	kN
$F_{2,Q}$	0,000	kN
distance a	900	mm
$F_{3,G}$	0,000	kN
$F_{3,Q}$	0,000	kN
distance a	900	mm
$F_{4,G}$	0,000	kN
$F_{4,Q}$	0,000	kN
distance a	900	mm

Project: 316-072 Kantoor Amvest - Amsterdam

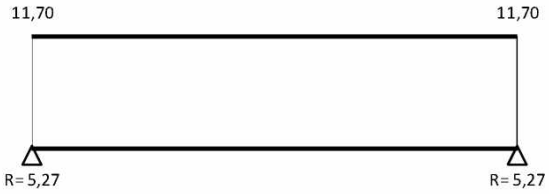
Description: Hi-Con trappen - onderste trede t.b.v. oplegging- max veldmoment

Author: MdG

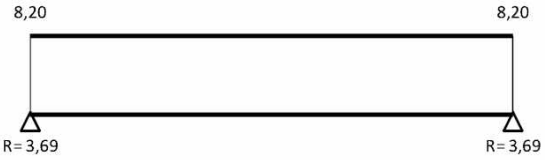
Version: RvN 06-06-2016

Date: 3-11-2016

Loads Permanent loading



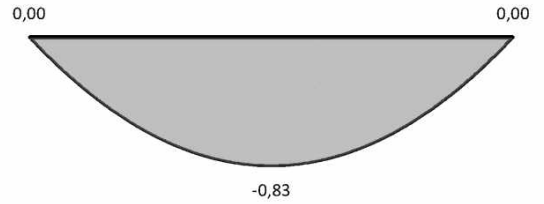
Loads Variable loading



Moments [kNm] Permanent loading



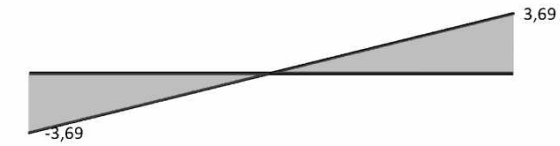
Moments [kNm] Variable loading



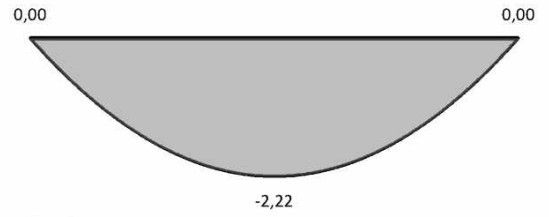
Shear [kN] Permanent loading



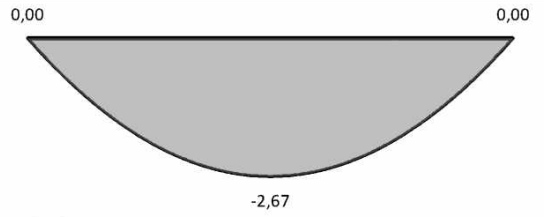
Shear [kN] Variable loading



Moments [kNm] Fundamental 6.10a



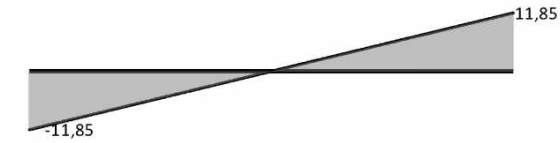
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



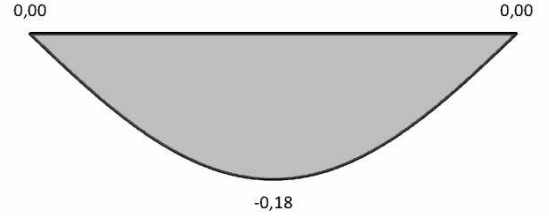
Shear [kN] Fundamental 6.10a



Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



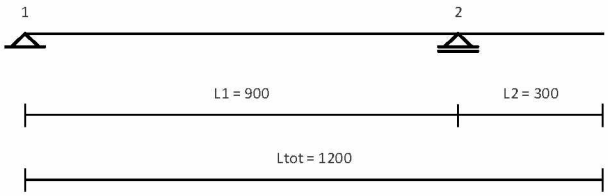
Deflection [mm] Added



Project: 316-072 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - onderste trede t.b.v. oplegging - max steunpuntsmoment

Author: MdG
Date: 3-11-2016
Version: RvN 06-06-2016



Length L_1 =	900	mm
Length L_2 =	300	mm
Total length	1200	mm

Material properties

Type	min 1,4	vol %	amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\,CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\,CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\,CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\,CRC}$	18.261	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3	-	creep factor at $t \rightarrow \infty$
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\,CRC}$	500	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\,CRC}$	435	N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76	-	$= E_s/E_{c0}$
$\alpha_{e\infty}$	10,95	-	$= E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	$= f_{ctd}(0{,}7\text{-}f_{ck}/200) > 0{,}45 f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2			Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35	-	ψ_0	0,5	-
γ_G (6.10b)	1,2	-	ψ_1	0,5	-
γ_Q	1,5	-	ψ_2	0,3	-
Deflection	based on:		Frequent Combination		
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_1 or	x 2xl_2
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_1 or	x 2xl_2
Stiffness					
Frequency	f	>	5,0	Hz	

Results deflection and stiffness

$l_1 \rightarrow w_{added}$	0,02	mm	<	2,70 mm	✓
$l_1 \rightarrow w_{end}$	0,04	mm	<	3,60 mm	✓
$l_2 \rightarrow w_{added}$	0,16	mm	<	1,80 mm	✓
$l_2 \rightarrow w_{end}$	0,30	mm	<	2,40 mm	✓
$w_{precamber}$	0	mm			
$f_{1,\,L1}$	41,66	Hz	>	5,0 Hz	✓
$f_{1,\,L2}$	24,14	Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	3,68					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	3,58					kNm	
$M_{d,max,i}$	3,68					kNm	
ω	0,048					-	$= A_s f_{yd}/bh_{eff} f_{cd}$
μ	0,047					-	$= \omega(1\text{-}0{,}5\omega)$
$M_{Rd,i}$	5,89					kNm	$= \mu b h_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,62**					-	$= M_{Ed}/M_{Rd}$ ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	15,47					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	15,81					kN	
$V_{d,max,i}$	15,81					kN	
$V_{Rd,i}$	18,63					kN	$= b h_{eff} \nu_{min}$
Unity check V_d	**0,85**					-	✓

Results reactions

R_{d1}	7,90 kN
R_{d2}	31,63 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	1200	0	0	0	0	mm	
to	1200					mm	
transition	stepped					-	transition of properties between sections
b_i	90					mm	width
h_i	170					mm	height
$c_{min,\,i}$	23					mm	cover
$\Delta c_{dev,\,i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	2					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	101					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	45					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0{,}26 b h_{eff} f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0{,}04 b h_{eff}$
$h_{eff,i}$	138					mm	$= h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0{,}5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,81					%	$= 100 A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0081					-	$= A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	33,4					mm	$= h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	47,1					mm	$= h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	86,3					mm	$= [(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	88,3					mm	$= [(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Project: 316-072 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - onderste trede t.b.v. oplegging - max steunpuntsmoment

Author: MdG

Version: RvN 06-06-2016

Date: 3-11-2016

	1		2
$I_{c,i}$	36.847.500	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3$
$I_{u,0,i}$	37.884.204	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	39.485.462	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	6.355.526	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c0}^3+\frac{1}{4}bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	12.232.396	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c\infty}^3+\frac{1}{4}bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	433.500	mm^3	$= \frac{1}{6}bh^2$
$W_{u,0,i}$	452.502	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$ =	2,26	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1,2,e loads

$q_{1,G,beg\ in}$	-11,70 kN/m	$q_{1,G,end}$	-11,70	kN/m
$q_{1,Q,beg\ in}$	-8,20 kN/m	$q_{1,Q,end}$	-8,20	kN/m
distance a	0 mm	leng th	1200	mm
$q_{2,G,beg\ in}$	0,00 kN/m	$q_{2,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{2,Q,beg\ in}$	0,00 kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0 mm	leng th	1200	mm
$q_{3,G,beg\ in}$	0,00 kN/m	$q_{3,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{3,Q,beg\ in}$	0,00 kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0 mm	leng th	1200	mm
$q_{4,G,beg\ in}$	0,00 kN/m	$q_{4,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{4,Q,beg\ in}$	0,00 kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0 mm	leng th	1200	mm

Point loads

$F_{1,G}$	-6,60	kN
$F_{1,Q}$	0,00	kN
distance a	1200	mm
$F_{2,G}$	0,00	kN
$F_{2,Q}$	0,00	kN
distance a	1200	mm
$F_{3,G}$	0,00	kN
$F_{3,Q}$	0,00	kN
distance a	1200	mm
$F_{4,G}$	0,00	kN
$F_{4,Q}$	0,00	kN
distance a	1200	mm

Project: 316-072 Kantoor Amvest - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - onderste trede t.b.v. oplegging- max steunpuntsmoment

Author: MdG

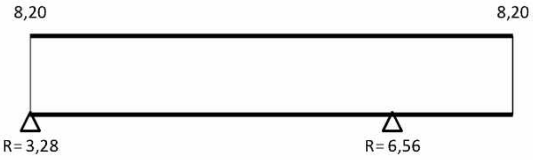
Version: RvN 06-06-2016

Date: 3-11-2016

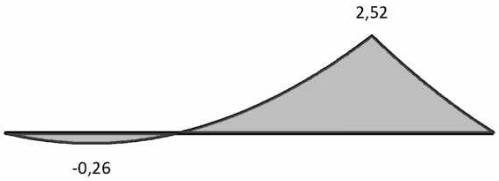
Loads Permanent loading



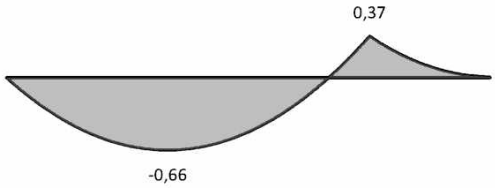
Loads Variabel loading



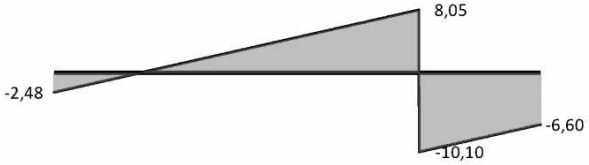
Moments [kNm] Permanent loading



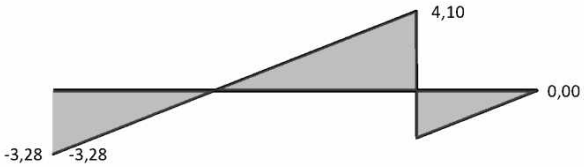
Moments [kNm] Variabel loading



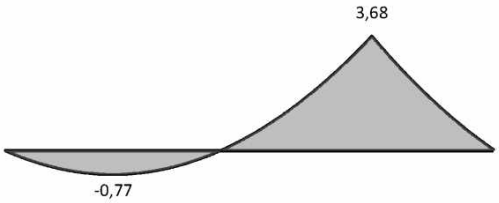
Shear [kN] Permanent loading



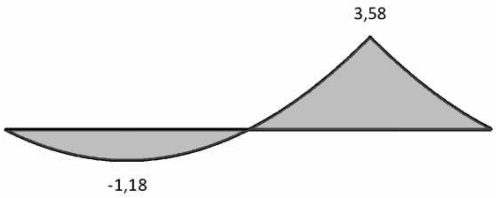
Shear [kN] Variabel loading



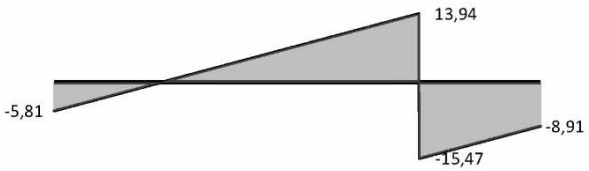
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



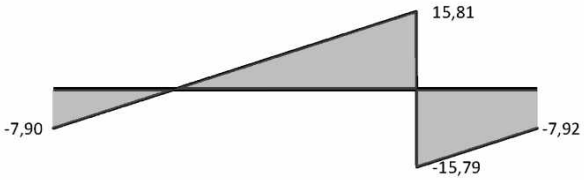
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



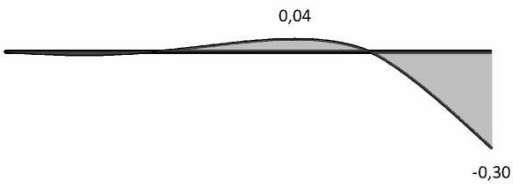
Shear [kN] Fundamental 6.10a



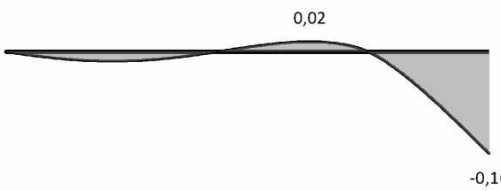
Shear [kN] Fundamental 6.10b



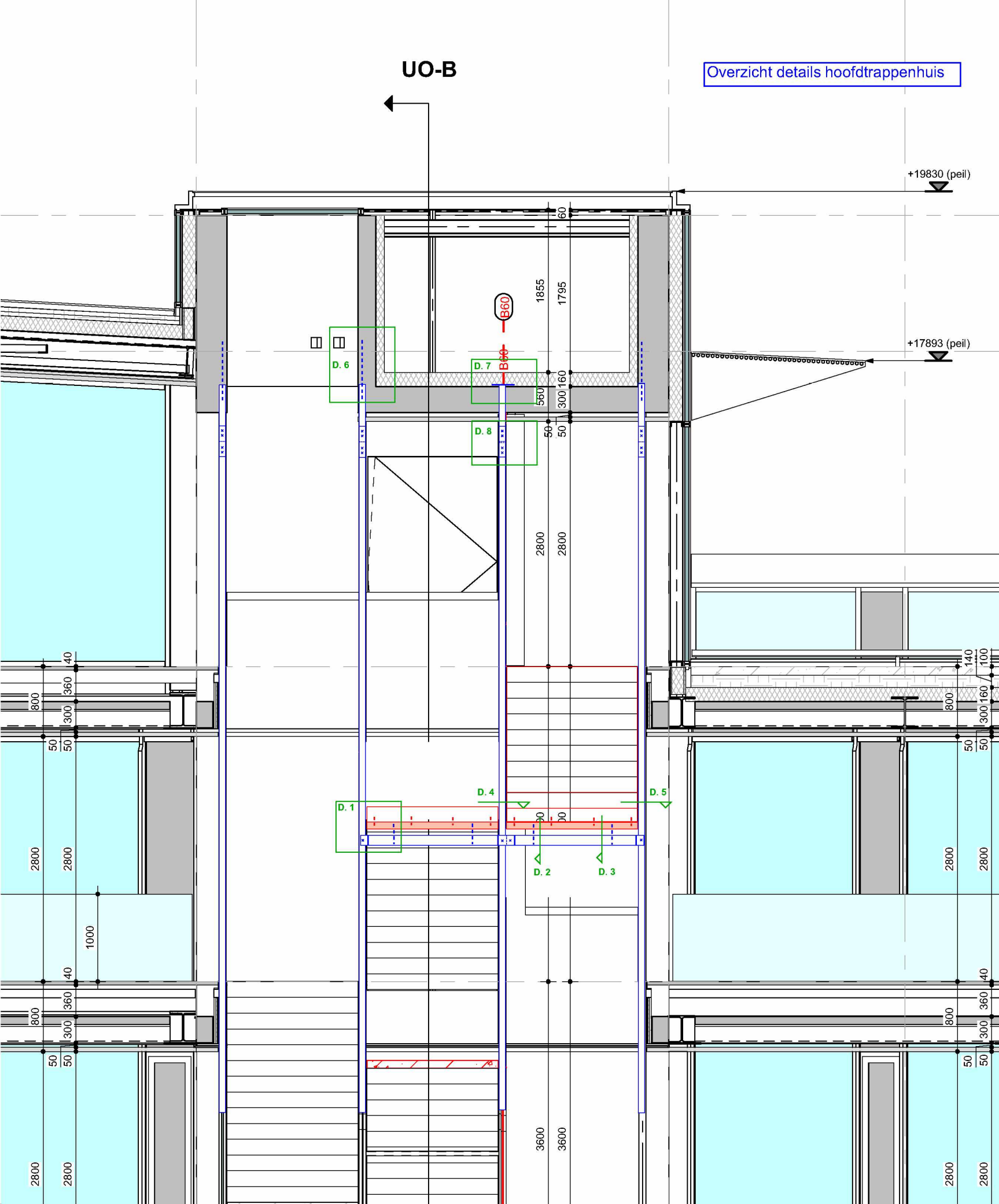
Deflection [mm] Total excl. precamber



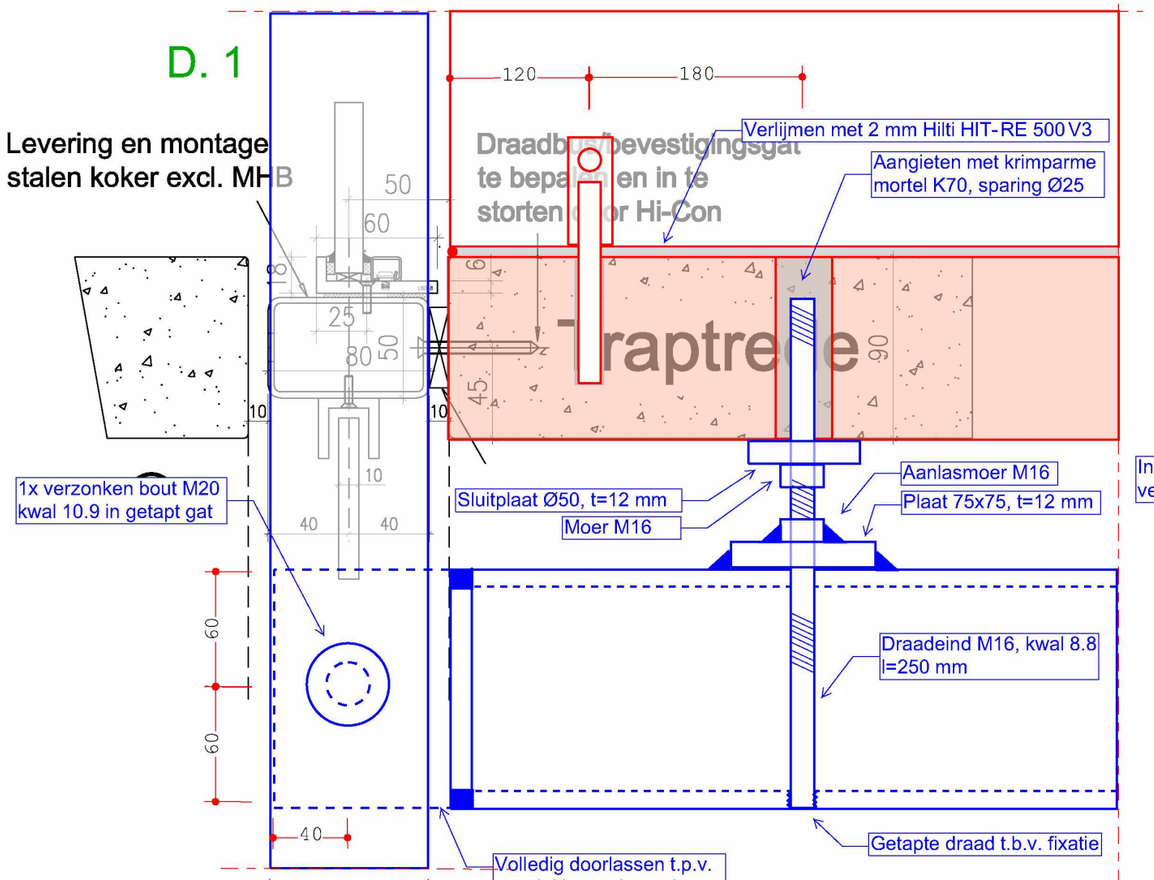
Deflection [mm] Added



Bijlage 12 Details trapdelen, oplegkokers en trekstangen

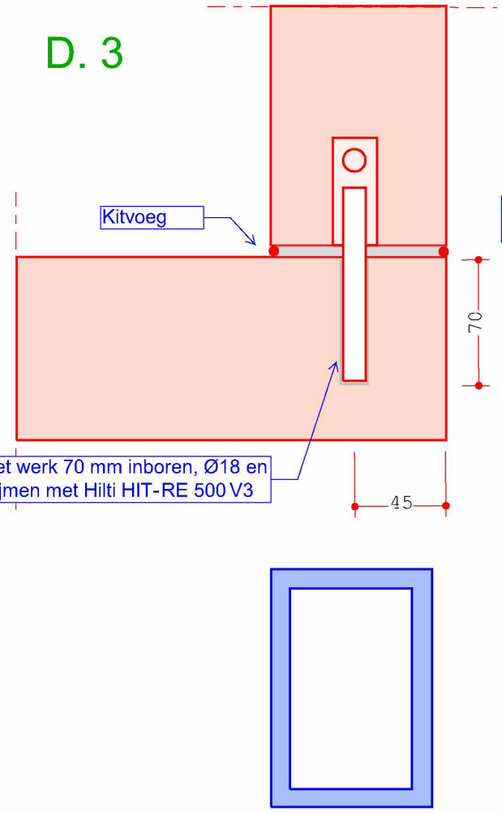

UO-B
Overzicht details hoofdtrappenhuis
+19830 (peil)
+17893 (peil)
D. 1
D. 2
D. 3
D. 4
D. 5
D. 6
D. 7
D. 8
B60
1855
1795
2800
3600
1000

D. 1



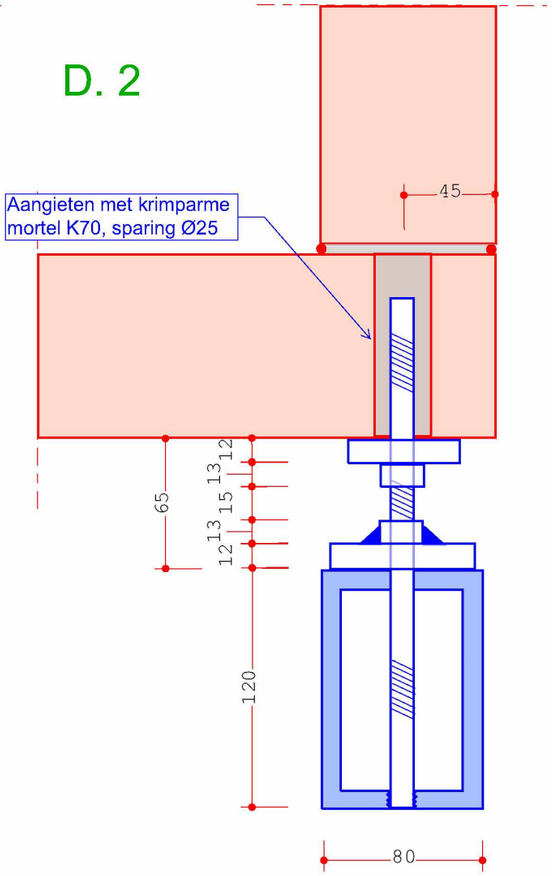
NB: Aandachtspunten staalleverancier:
- Zeer netjes lassen, alles is zichtwerk
- Staalkwaliteit alle onderdelen S355
- Kwaliteit alle bouten 10.9

D. 3

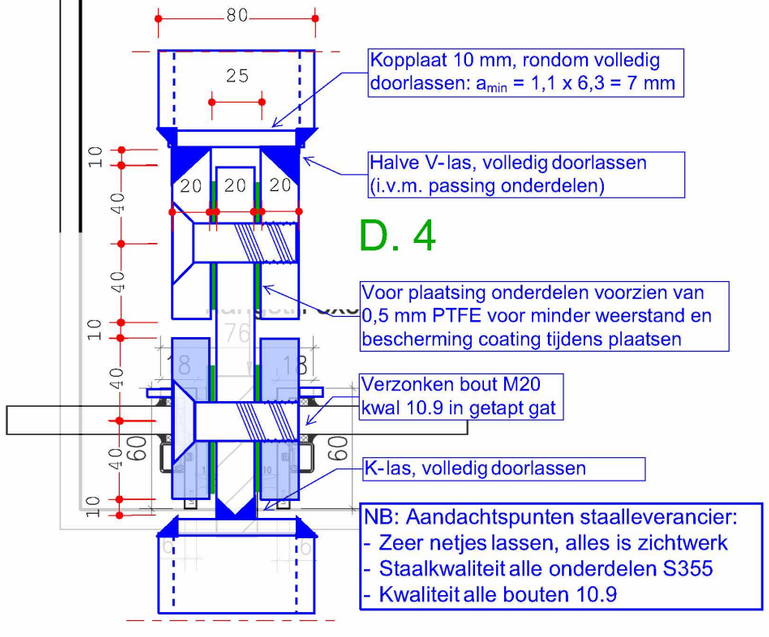


NB: Aandachtspunten staalleverancier:
- Zeer netjes lassen, alles is zichtwerk
- Staalkwaliteit alle onderdelen S355
- Kwaliteit alle bouten 10.9

D. 2

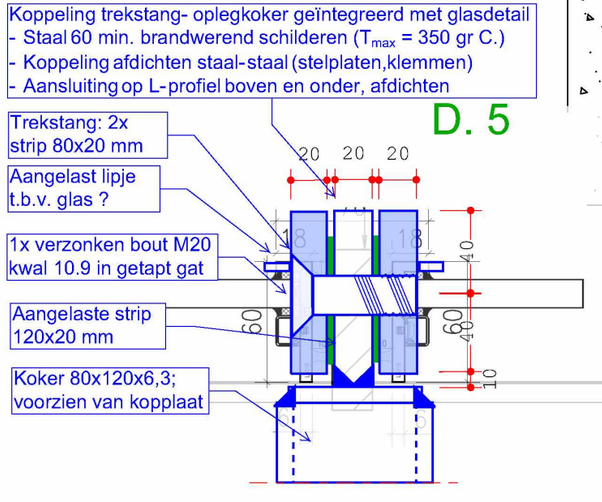


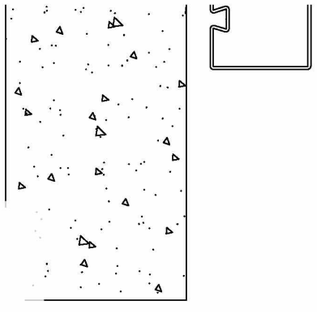
D. 4



NB: Aandachtspunten staalleverancier:
- Zeer netjes lassen, alles is zichtwerk
- Staalkwaliteit alle onderdelen S355
- Kwaliteit alle bouten 10.9

D. 5





Pieters BOUWTECHNIEK

Onderwerp: Hi-Con details hoofdtrappen - AANGEPAST

Datum: 22-12-2016 | Auteur: MdG

Project: 316-136 Kantoor 5.1.2.e

a: 07-04-2017

MHB VEILIGHEID EN ESTHETIEK — M.H.B. bv

M.H.B. b.v. Ondernemersstraat 9 tel:+31(0)485-481881 www.mhb.nl — Postbus 6 6574 ZG 6574 ZG Nederweert fax:-485882 info@mhb.nl

Project: Cruquis kade, Amsterdam

Architektenburo: van den Berg Architecten

Aannemer: De

Deze tekening is eigendom van M.H.B. b.v. — Auteursrecht voorbehouden

Aanzichten: van buiten gezien. Details: onder is buiten, links is buiten. Aanzichten 1 : 20, Details 1 : 1. Meten in mm.

Oppervlaktebehandeling: zie A5000

Plaatsoort (bij binnendeurkozijnen):

Werkzaamheden op bouwwerk: zie A5000

Getekend:

Datum: 06-04-2016

Gewijzigd: A 02-05 | B 09-05 | C 13-05 | D | E | F

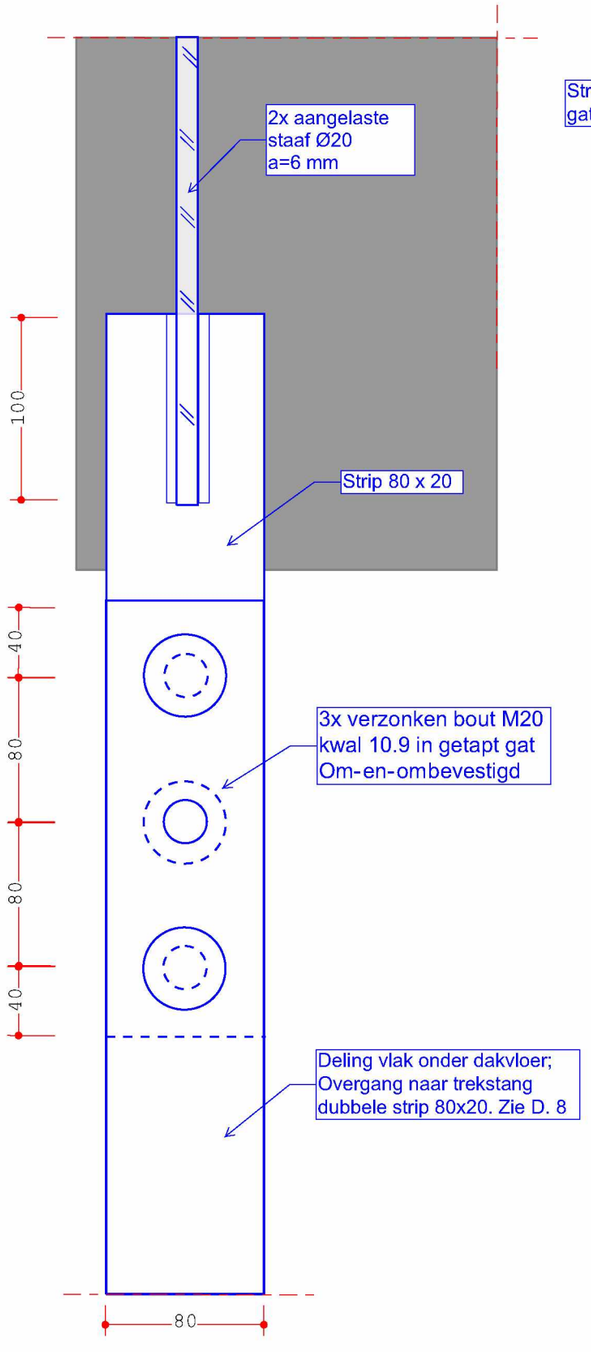
Inhoud tekening: Principe Details

W.O. 16804

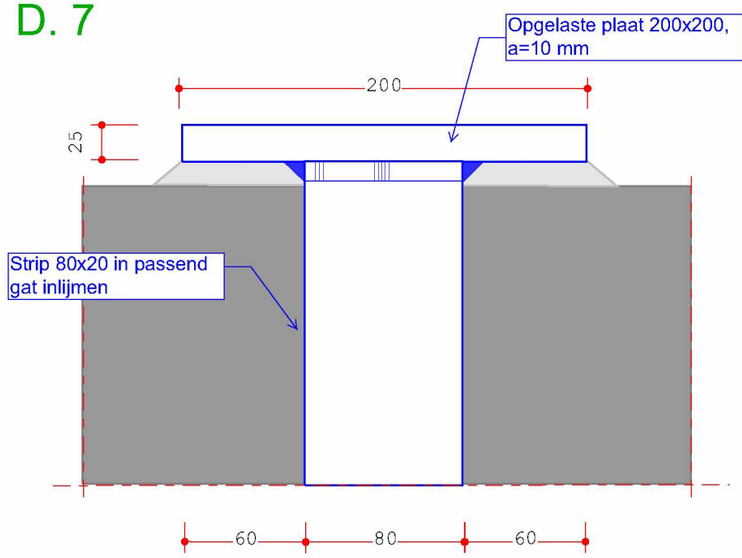
TEK. K-1

Deelorder:

D. 6

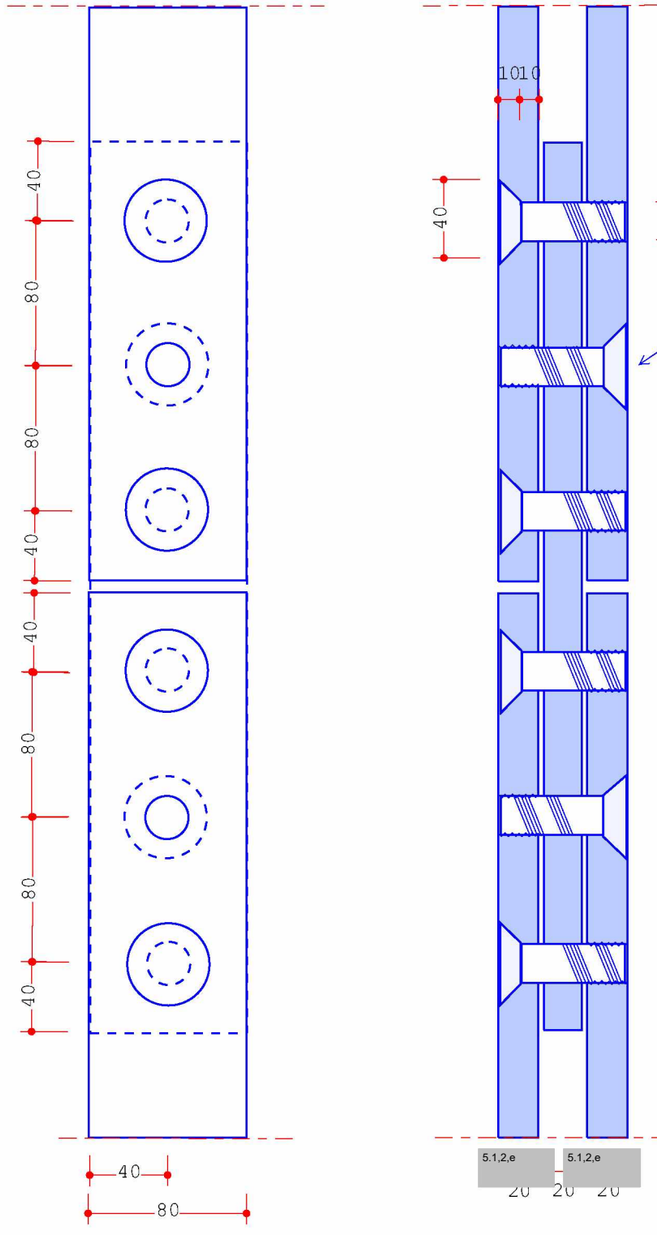


D. 7



NB: Aandachtspunten staalleverancier:
- Zeer netjes lassen, alles is zichtwerk
- Staalkwaliteit alle onderdelen S355
- Kwaliteit alle bouten 10.9

D. 8



NB: Aandachtspunten staalleverancier:
- Zeer netjes lassen, alles is zichtwerk
- Staalkwaliteit alle onderdelen S355
- Kwaliteit alle bouten 10.9

Bijlage 13 Rekensheet berekening sluitplaat

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Hi-Con trappen kantoor 5.1,2,e

Description: Berekening ronde ankerplaat vlgs. Timoshenko (ankerplaat met gain)

Author: MdG Version: RK 08-07-2015

Date: 10-11-2016

Berekening ronde ankerplaat vlgs Timoshenko - Theory of Plates and Shells (page 62; Table 3 - case 1)

Trekkracht anker		$F_{t,Ed}$	32,00 kN	γ_{gem}	1,28	
Draadeind en moer	kwal. 8.8	M 16				= d
Gatdiameter (passend gat)		$d_{g,nom}$	18 mm			= d+2
Sleutelwijdte		s	24 mm			
Overhoekse maat		e	27,7 mm			
Diameter moer		d_m	25,85 mm			= $^1/_2$(s+e)
Diameter gat (nominaal)		d_{gat}	25 mm			
Diameter gain (effectief)		d_s	34 mm			= $(2d_{inw}-d)+(d_{uitw}-d_{inw})$
Dikte betonplaat		h	90 mm			
Druksterkte beton	CRC	f_{cd}	73,33 N/mm^2			i.c.m. gain
Diameter ronde plaat		$\phi \geq d_c$	50 mm			
Diameter belasting rond gat in de plaat		2b	21,93 mm			= $^1/_2(d_m+d_{g,nom})$
Dikte plaat		t	12 mm			
Staalkwaliteit plaat	S355	f_{yd}	355 N/mm^2			
E-modulus plaat		E	2,00E+05 N/mm^2			

Factor t.b.v. verhoging stuiksterkte	5.1,2	2,80 -				= $\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} = (\phi+h)/\phi \leq 3,0$
5.1,2,e toelaatbare spanning		f_{jd}	73,3 N/mm^2			= $^2/_3 k_b f_{cd} \leq f_{cd}$ (i.v.m. splijten)
Min. diameter ronde plaat		d_c	41,4 mm	≤	50 mm voldoet	= $\sqrt{(4F_{t,Ed}/(\pi f_{jd}) + d_s^2)}$
Optredende spanning onder plaat		σ_{Ed}	73,33 N/mm^2	≤	73,33 N/mm^2 voldoet	= $F_{t,Ed}/(\pi(a^2-0{,}25d_s^2)) \leq f_{jd}$
Diameter zwaartepunt spanning onder plaat		2a	37,7 mm			= $^1/_2(d_c+d_s)$

Verhouding plaat/gat		a/b	1,72 -			
coëfficiënt k		k	1,356 -			
coëfficiënt k_1		k_1	0,586 -			

Min benodigde plaatdikte		t_{min}	11,06 mm	≤	12 mm voldoet	= $\sqrt{kF_{t,Ed}/f_{yd}}$
Optredende spanning in de plaat		σ_{Ed}	301 N/mm^2	≤	355 N/mm^2 voldoet	= $kF_{t,Ed}/t^2$
Vervorming plaat		u_{max}	0,015 mm	≤	0,032 mm voldoet	= $k_1 F_{t,Ed} a^2/\gamma_{gem} E t^3 \leq 0{,}002*2(a-b)$

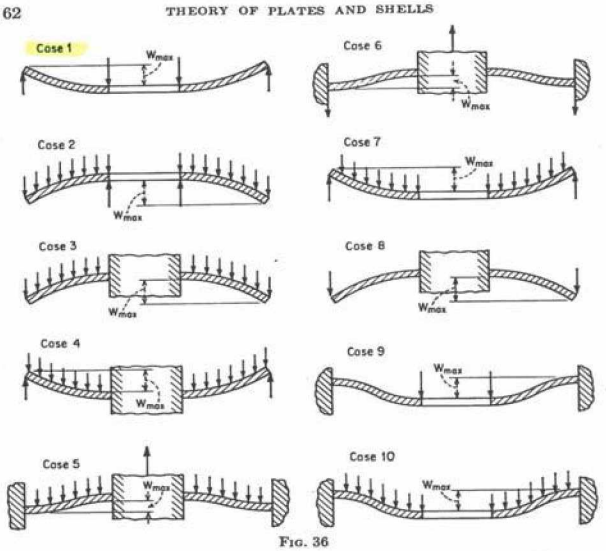


FIG. 36

TABLE 3. COEFFICIENTS k AND k_1 IN EQS. (75) AND (76) FOR THE TEN CASES SHOWN IN 5.1,2,e 36

a/b =	1.25		1.5		2		3		4		5	
Case	k	k_1	k	k_1	k	k_1	k	k_1	k	k_1	k	k_1
1	1.10	0.341	1.26	0.519	1.48	0.672	1.88	0.734	2.17	0.724	2.34	0.704
2	0.66	0.202	1.19	0.491	2.04	0.902	3.34	1.220	4.30	1.300	5.10	1.310
3	0.135	5.1,2,e		0.0183	1.04	0.0938	2.15	0.293	2.99	0.448	3.69	0.564
4	5.1,2,e	.336		0.0313	0.74	0.1250	1.21	0.291	1.45	0.417	1.59	0.492
5	5.1,2,e	.00077	0.273	0.0062	0.71	0.0329	1.54	0.110	2.23	0.179	2.80	0.234
6	5.1,2,e	.220		5.1,2,e		5.1,2,e				.092	1.13	0.114
7	0.592	0.184	0.976	0.414	1.440	0.664	1.880	0.824	2.08	0.830	2.19	0.813
8	5.1,2,e	.428		5.1,2,e		.0877	1	5.1,2,e		.293	1.745	0.350
9	5.1,2,e			5.1,2,e						.217	1.305	0.238
10	0.105	0	5.1,2,e	5.1,2,e		.0575	0.657	0.130	0.710	0.162	0.730	0.175

Bijlage 14 Uitdraai TS/Liggers stalen oplegkoker – schuine trappen

TS/Liggers Rel: 6.21 15 nov 2016
Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt
Constructeur.: MdG
Opdrachtgever:
Dimensies....: kN/m/rad
Datum.....: 15/11/2016
Bestand.....: p:\2016\316-071 hi-con trap amvest\5.0 berekeningen en rapportages pbt\5.5 uitvoering\berekeningen\schuine trappen en bordessen\2016-11-15_oplegkoker-middensteunpunt.dlw

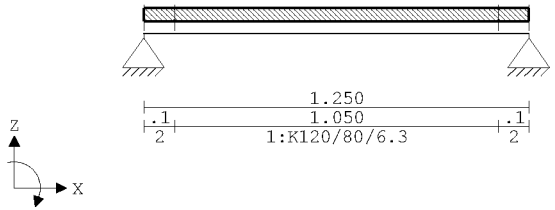
Betrouwbaarheidsklasse : 2 Referentieperiode : 50

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

GEOMETRIE

Ligger:1 enkele koker



VELDLENGTEN

Ligger:1 enkele koker

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	1.250	1.250

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	S355	210000	78.5	0.30	1.2000e-005

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	K120/80/6.3	1:S355	2.3187e+003	4.3980e+006	0.00
2	STRIP20*120	1:S355	2.4000e+003	2.8800e+006	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	80	120	60.0					
2	0:Normaal	20	120	60.0					

DOORSNEDEN

Ligger:1 enkele koker

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	0.100	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
2	0.100	1.150	1.050	1:K120/80/6.3	0.000	1:K120/80/6.3	0.000
3	1.150	1.250	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000

TS/Liggers Rel: 6.21 15 nov 2016

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	0.100	0.100	1:Vast		
2	0.100	1.150	1.050	1:Vast		
3	1.150	1.250	0.100	1:Vast		

PROFIELVORMEN [mm]

1 K120/80/6.3



2 STRIP20*120

BELASTINGGEVALLEN

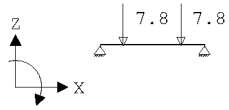
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.50	0.50	0.30	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:1 Permanent



VELDBELASTINGEN

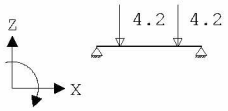
Ligger:1 enkele koker B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		8:Puntlast		-7.800			0.280	
2		8:Puntlast		-7.800			0.970	

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast		-4.200			0.280	
2	8:Puntlast		-4.200			0.970	

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	0.90									
3	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
4	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
5	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
6	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
7	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8	Quas.	1	Perm	1.00									
9	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
10	Freq.	1	Perm	1.00									
11	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
12	Blij.	1	Perm	1.00									

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

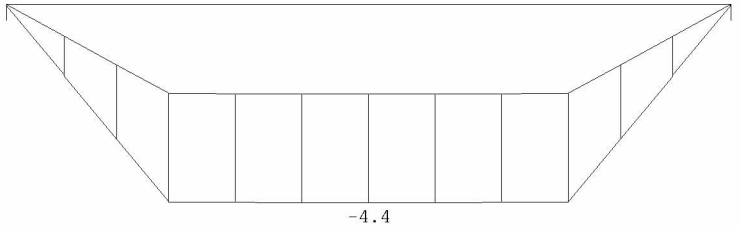
BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Alle velden de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN

Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie



REACTIES

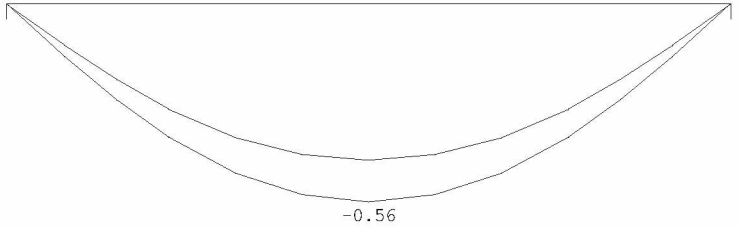
Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	7.12	15.80	0.00	0.00
2	7.12	15.80	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Ligger:1 enkele koker

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm^2]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	K120/80/6.3	355	Warmgewalst	3
2	STRIP20*120	355	Gewalst	3

Partiële veiligheidsfactoren:
Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KIPSTABILITEIT

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Plts. aangr.		l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1-3	1.0*h	boven:	1.25	1.250
		onder:	1.25	1.250

TOETSING SPANNINGEN

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Mat nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C.	[N/mm^2]	Opm.
1-3	1	4	1	3	My-max	EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.170	60	43,76

Opmerkingen:
[43] Bij een samengestelde staaf is het profiel met de kleinste W genomen voor stabiliteitstoetsingen.
[76] Toetsing van kipstabiliteit voor dit profieltype is niet voorzien.

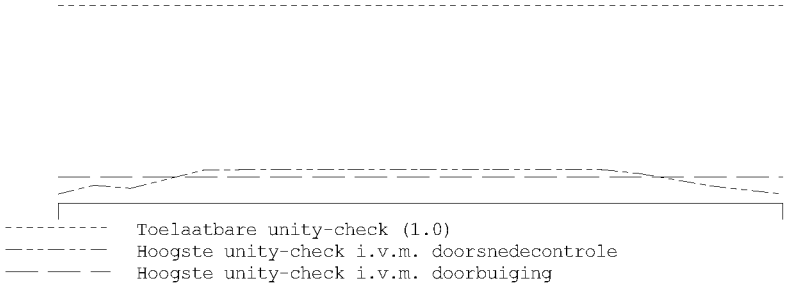
TOETSING DOORBUIGING

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Overst J	Zeeg [mm]	u_{tot} [mm]	BC	Sit		u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1-3	Vloer	db	1.25	N	N	0.0	-0.7	7	1	Eind	-0.7	±5.0	0.004
		db						7	1	Bijk	-0.2	±3.8	0.003

UNITY-CHECK'S

Ligger:1 enkele koker OMHULLENDE VAN ALLES

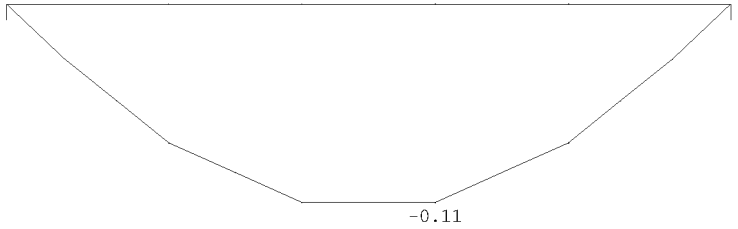


---------- Toelaatbare unity-check (1.0)
———·——— Hoogste unity-check i.v.m. doorsnedecontrole
—— —— — Hoogste unity-check i.v.m. doorbuiging

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker middensteunpunt

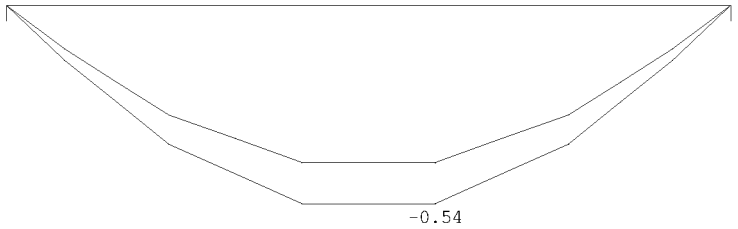
DOORBUIGINGEN Wbij [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN Wmax [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN

Frequente combinatie

Veld	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	-- w_{bij} [mm]	[lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	-- w_{max} [mm]	[lrep/]
1	Neg.	0.740	1250	-0.4		-0.1	11139	-0.5		-0.5	2336

Bijlage 15 Rekensheets trapdelen – schuine trappen

Pieters BOUWTECHNIEK

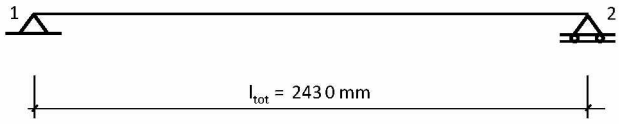
Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - schuine trappen

Author: Mdg
Date: 11-11-2016

Version: RvN 06-06-2016

Length 2430 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %	amount of fibers
γ_c	1,5 -	safety factor concrete
γ_s	1,15 -	safety factor steel
ρ_{CRC}	27 kN/m³	density of CRC
$f_{ck,CRC}$	110 N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3 N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,CRC}$	5,00 N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33 N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,CRC}$	42.000 N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,CRC}$	18.261 N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3 -	creep factor at $t \rightarrow \infty$
ν	0,3 -	poisson ratio
$f_{yk,CRC}$	500 N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,CRC}$	435 N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000 N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76 -	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95 -	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50 N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2		Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Frequent Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_{tot}
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_{tot}
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

w_{added}	1,69 mm	<	7,29 mm	✓
w_{end}	2,66 mm	<	9,72 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	10,67 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	8,27					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	9,48					kNm	
$M_{d,max,i}$	9,48					kNm	
ω	0,043					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,042					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	15,5					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,61**					-	= M_{Ed}/M_{Rd} ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	13,62					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	15,60					kN	
$V_{d,max,i}$	15,60					kN	
$V_{Rd,i}$	113,85					kN	= $bh_{eff}v_{min}$
Unity check V_d	**0,14**					-	✓

Results reactions

R_{d1}	15,60 kN
R_{d2}	15,60 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	2430	0	0	0	0	mm	
to	2430					mm	
b_i	1150					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	11					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	553					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	105					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,73					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0073					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	15,2					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	21,6					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,4					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,1					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - schuine trappen

Author: Mdg

Version: RvN 06-06-2016

Date: 11-11-2016

$I_{c,i}$	69.862.500	mm^4	$= 1/12bh^3$
$I_{u,0,i}$	70.761.723	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	72.166.755	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	8.140.858	mm^4	$= 1/12bh_{c0}^3+1/3bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	15.801.255	mm^4	$= 1/12bh_{c\infty}^3+1/3bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	1.552.500	mm^3	$= 1/6bh^2$
$W_{u,0,i}$	1.587.074	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	7,94	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1.2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-4,888	kN/m	$q_{1,G,end}$	-4,888	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-3,450	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-3,450	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm
$q_{2,G,begin}$	-0,750	kN/m	$q_{2,G,end}$	-0,750	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm
$q_{3,G,begin}$	-0,750	kN/m	$q_{3,G,end}$	-0,750	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm
$q_{4,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	2430	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	2430	mm
$F_{2,G}$	0,000	kN
$F_{2,Q}$	0,000	kN
distance a	2430	mm
$F_{3,G}$	0,000	kN
$F_{3,Q}$	0,000	kN
distance a	2430	mm
$F_{4,G}$	0,000	kN
$F_{4,Q}$	0,000	kN
distance a	2430	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e Amsterdam

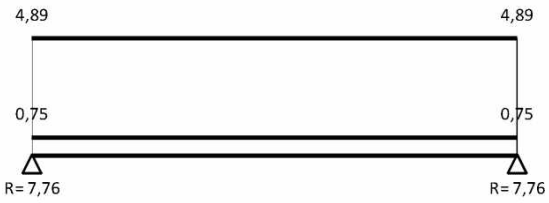
Description: Hi-Con trappen - schuine trappen

Author: Mdg

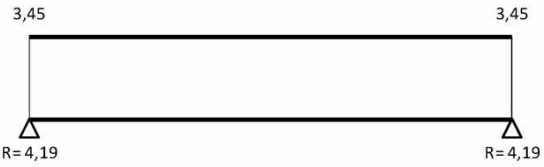
Version: RvN 06-06-2016

Date: 11-11-2016

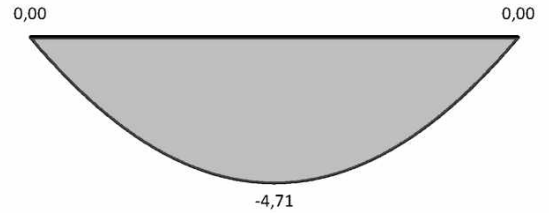
Loads Permanent loading



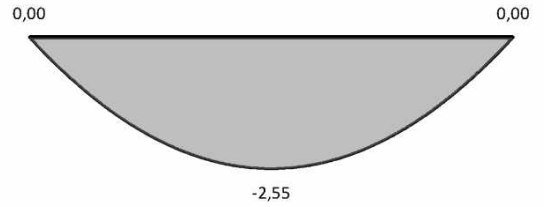
Loads Variable loading



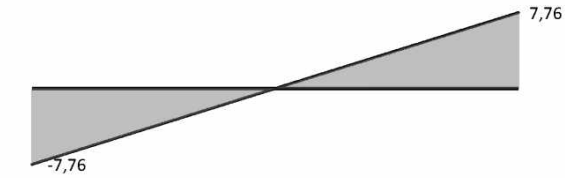
Moments [kNm] Permanent loading



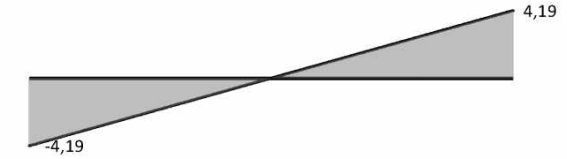
Moments [kNm] Variable loading



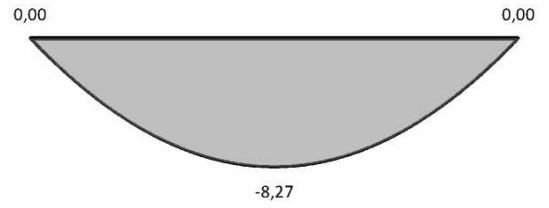
Shear [kN] Permanent loading



Shear [kN] Variable loading



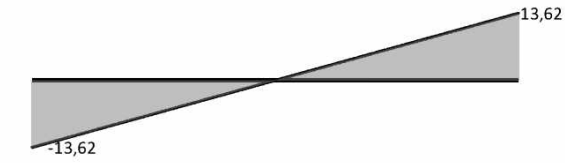
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



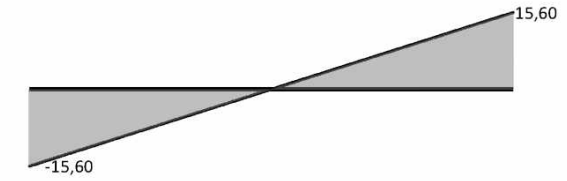
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



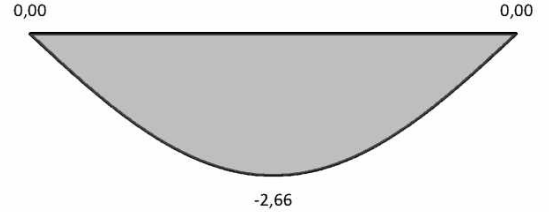
Shear [kN] Fundamental 6.10a



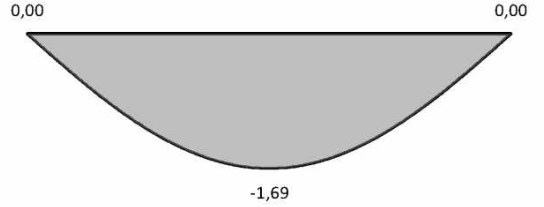
Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



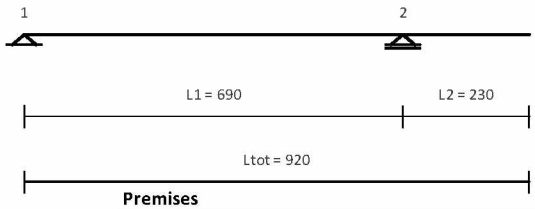
Bijlage 16 Rekensheets oplegging bovenste traptrede – schuine trappen

Project: 316-072 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - bovenste trede t.b.v. oplegging - max steunpuntsmoment

Author: MdG
Date: 15-11-2016
Version: RvN 06-06-2016

Length L_1 =	690	mm
Length L_2 =	230	mm
Total length	920	mm



Material properties

Type	min 1,4	vol %	amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\,CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\,CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\,CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\,CRC}$	18.261	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3	-	creep factor at $t \rightarrow \infty$
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\,CRC}$	500	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\,CRC}$	435	N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76	-	$= E_s/E_{c0}$
$\alpha_{e\infty}$	10,95	-	$= E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	$= f_{ctd}(0{,}7\text{-}f_{ck}/200) > 0{,}45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class	CC2			Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:			Frequent Combination
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_1 or x 2xl_2
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_1 or x 2xl_2
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0	Hz

Results deflection and stiffness

$l_1 \rightarrow w_{added}$	0,02	mm	<	2,07 mm	✓
$l_1 \rightarrow w_{end}$	0,02	mm	<	2,76 mm	✓
$l_2 \rightarrow w_{added}$	0,01	mm	<	1,38 mm	✓
$l_2 \rightarrow w_{end}$	0,02	mm	<	1,84 mm	✓
$w_{precamber}$	0	mm			
$f_{1,\,L1}$	74,24	Hz	>	5,0 Hz	✓
$f_{1,\,L2}$	65,08	Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	1,08					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	1,12					kNm	
$M_{d,max,i}$	1,12					kNm	
ω	0,024					-	$= A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,024					-	$= \omega(1\text{-}0{,}5\omega)$
$M_{Rd,i}$	2,98					kNm	$= \mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,38**					-	$= M_{Ed}/M_{Rd}$ ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	8,24					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	9,66					kN	
$V_{d,max,i}$	9,66					kN	
$V_{Rd,i}$	18,63					kN	$= bh_{eff}\nu_{min}$
Unity check V_d	**0,52**					-	✓

Results reactions

R_{d1}	6,43 kN
R_{d2}	17,18 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	920	0	0	0	0	mm	
to	920					mm	
transition	stepped					-	transition of properties between sections
b_i	90					mm	width
h_i	170					mm	height
$c_{min,\,i}$	23					mm	cover
$\Delta c_{dev,\,i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	1					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	50					mm^2	area of reinforcement
$d_{a,i}$	#DEEL/0!					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0{,}26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0{,}04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	138					mm	$= h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0{,}5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,40					%	$= 100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0040					-	$= A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	24,6					mm	$= h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	35,4					mm	$= h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	85,6					mm	$= [(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	86,7					mm	$= [(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Project: 316-072 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - bovenste trede t.b.v. oplegging - max steunpuntsmoment

Author: MdG

Version: RvN 06-06-2016

Date: 15-11-2016

$I_{c,i}$	36.847.500	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3$
$I_{u,0,i}$	37.372.180	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	38.208.242	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	3.524.662	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c0}^3+\frac{1}{4}bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	7.126.116	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c\infty}^3+\frac{1}{4}bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	433.500	mm^3	$= \frac{1}{6}bh^2$
$W_{u,0,i}$	443.045	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$ =	2,22	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1,2,e loads

$q_{1,G,beg\ in}$	-10,30	kN/m	$q_{1,G,end}$	-10,30	kN/m
$q_{1,Q,beg\ in}$	-7,30	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-7,30	kN/m
distance a	0	mm	leng th	920	mm
$q_{2,G,beg\ in}$	0,00	kN/m	$q_{2,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{2,Q,beg\ in}$	0,00	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	leng th	920	mm
$q_{3,G,beg\ in}$	0,00	kN/m	$q_{3,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{3,Q,beg\ in}$	0,00	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	leng th	920	mm
$q_{4,G,beg\ in}$	0,00	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{4,Q,beg\ in}$	0,00	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	leng th	920	mm

Point loads

$F_{1,G}$	-1,80	kN
$F_{1,Q}$	0,00	kN
distance a	920	mm
$F_{2,G}$	0,00	kN
$F_{2,Q}$	0,00	kN
distance a	920	mm
$F_{3,G}$	0,00	kN
$F_{3,Q}$	0,00	kN
distance a	920	mm
$F_{4,G}$	0,00	kN
$F_{4,Q}$	0,00	kN
distance a	920	mm

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-072 Kantoor Amvest - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - bovenste trede t.b.v. opleg g ing- max steunpuntsmoment

Author: MdG

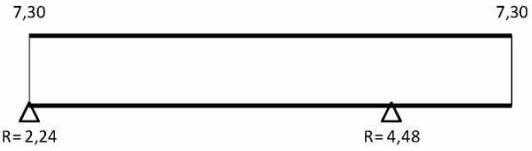
Version: RvN 06-06-2016

Date: 15-11-2016

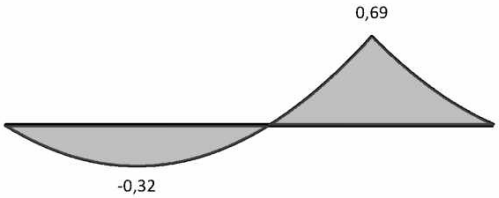
Loads Permanent loading



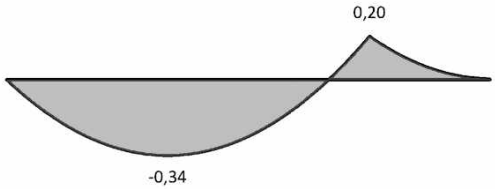
Loads Variabl e loading



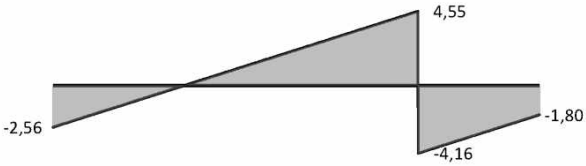
Moments [kNm] Permanent loading



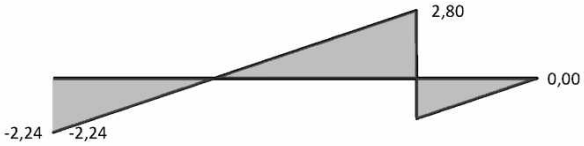
Moments [kNm] Variabl e loading



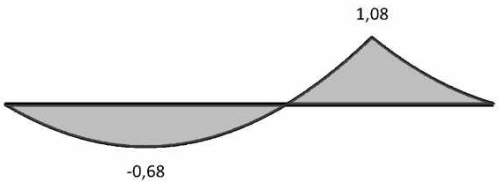
Shear [kN] Permanent loading



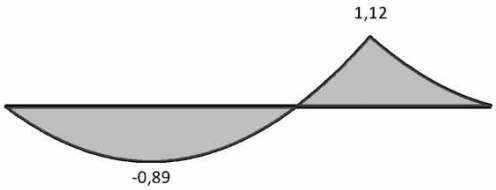
Shear [kN] Variabl e loading



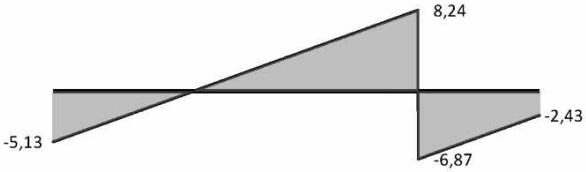
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



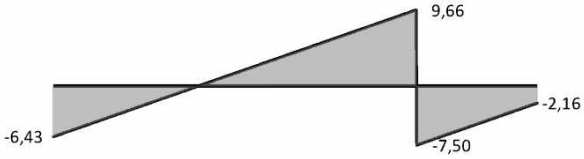
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



Shear [kN] Fundamental 6.10a



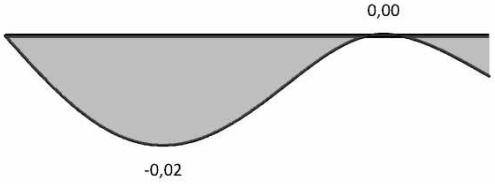
Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



Bijlage 17 Uitdraai Hilti berekening ankers in betonvloer

Firma:	Pieters Bouwtechniek	Bladzijde:	1
Constructeur:		Project:	316-071 Hi-Con 5.1,2,e
Adres:		Sub-Project I Pos. Nr.:	Schuine trappen
Tel. I Fax:	|	Datum:	21-4-2017
E-mail:			

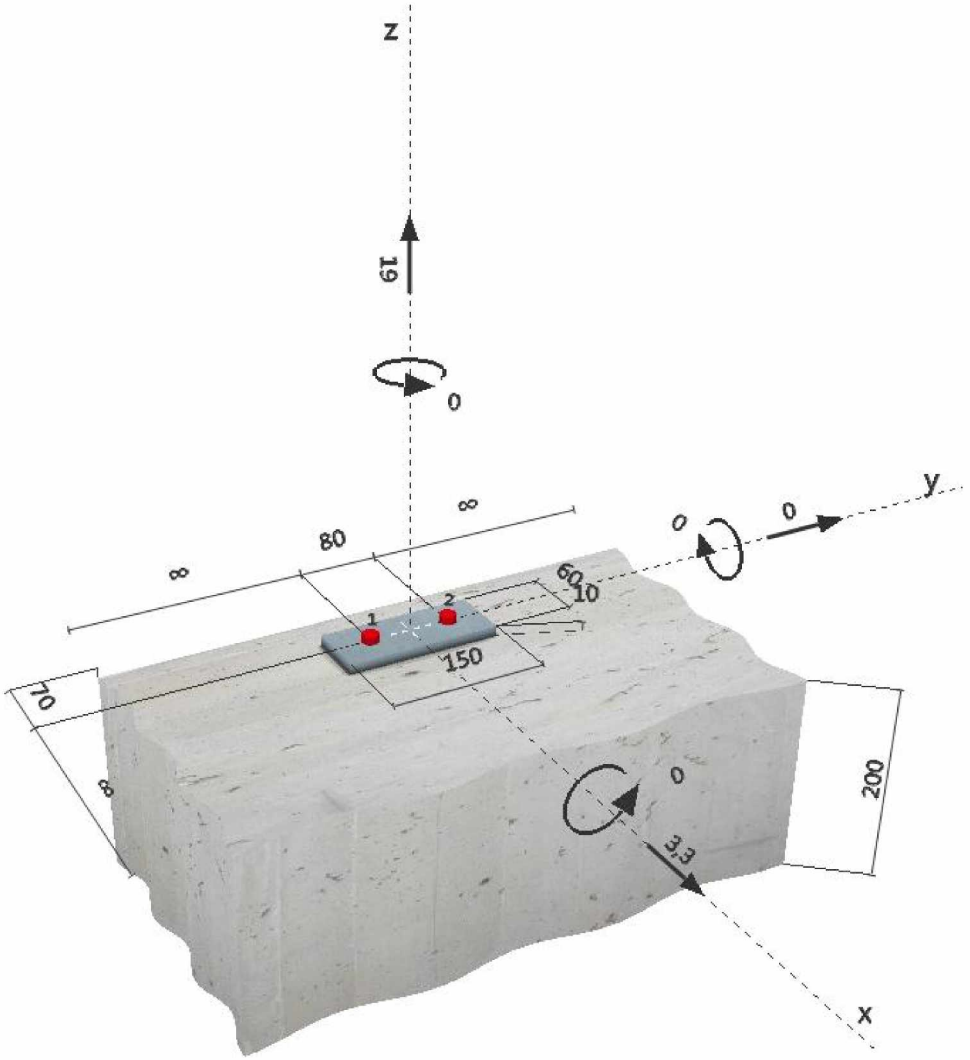
Opmerkingen van de constructeur: Bevestiging pootje in vloer tbv horizontale steun 'zwevende' onderste trede

1 Invoergegevens



Ankertype en -afmeting:	**HIT-RE 500 V3 + HIT-V (8.8) M16**
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef,act}$ = 120 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Materiaal:	8.8
Goedkeuring nr.:	ETA 16/0143
Uitgegeven I Geldig:	28-7-2016 | -
Aantoning:	rekenmethode ETAG methode voor lijmankers; EOTA TR 029
Afstandsmontage:	e_b = 0 mm (geen afstandsmontage); t = 10 mm
Ankerplaat:	l_x x l_y x t = 60 mm x 150 mm x 10 mm; (Aanbevolen ankerplaatdikte: niet berekend
Staalprofiel:	geen profiel
Ondergrond:	gescheurd beton, C20/25, $f_{c,cube}$ = 25,00 N/mm²; h = 200 mm, Temp. kort/lang: 40/24 °C
Plaatsing:	**hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog**
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand >= 150 mm (elke Ø) of >= 100 (Ø <= 10mm) geen rechte randwapening Wapening tegen splijten volgens EOTA, TR 029, 5.2.2.6 is aanwezig.

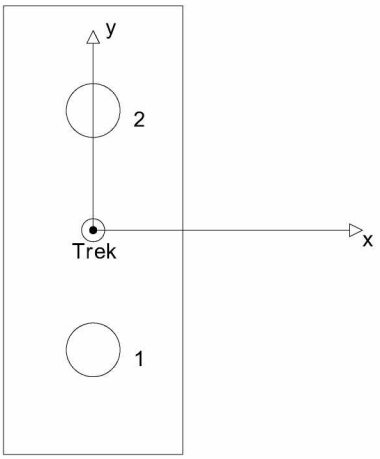
Geometrie [mm] & Belastingen [kN, kNm]



PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is een geregistreerd handelsmerk van Hilti AG, Schaan

Firma:	Pieters Bouwtechniek	Bladzijde:	2
Constructeur:		Project:	316-071 Hi-Con 5.1.2,e
Adres:		Sub-Project I Pos. Nr.:	Schuine trappen
Tel. I Fax:	|	Datum:	21-4-2017
E-mail:			

2 Belastingsituatie/Resulterende ankerlasten



Belastingsituatie: Rekenwaarden belasting

Ankerreacties [kN]
Trekkracht: (+ Trek, - Druk)

Anker	Trekkracht	Afschuifkracht	Afschuifkracht x	Afschuifkracht y
1	9,500	1,650	1,650	0,000
2	9,500	1,650	1,650	0,000

max. stuik van het beton: - [‰]
max. betondrukspanning: - [N/mm²]
resulterende trekkracht in (x/y)=(0/0): 19,000 [kN]
resulterende drukkracht in (x/y)=(0/0): 0,000 [kN]

3 Treklast (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_N [%]	Status
Staalbreuk*	9,500	83,733	12	OK
Gecombineerd bezwijken door uittrekken en betonkegelbreuk**	19,000	22,299	86	OK
Betonkegelbreuk**	19,000	21,868	87	OK
Splijten**	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (ankers onder trekbelasting)

3.1 Staalbreuk

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
125,600	1,500	83,733	9,500

3.2 Gecombineerd bezwijken door uittrekken en betonkegelbreuk

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
110000	129600	16,00	360	180	70

ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm²]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,000	8,00	2,300	1,000	1,000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	0,817	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
48,255	33,448	1,500	22,299	19,000

3.3 Betonkegelbreuk

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]
110000	129600	180	360

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	0,817	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
7,200	47,323	1,500	21,868	19,000

Invoergegevens en resultaten moeten worden gecontroleerd op overeenstemming met de realiteit en op waarschijnlijkheid!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is een geregistreerd handelsmerk van Hilti AG, Schaan

Firma:	Pieters Bouwtechniek	Bladzijde:	3
Constructeur:		Project:	316-071 Hi-Con 5.1.2,e
Adres:		Sub-Project I Pos. Nr.:	Schuine trappen
Tel. I Fax:	|	Datum:	21-4-2017
E-mail:			

4 Afschuifbelasting (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.3)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_V [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	1,650	50,240	4	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonachteruitbreken**	3,300	43,737	8	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
62,800	1,250	50,240	1,650

4.2 Betonachteruitbreken (door betonkegelbreuk)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
110000	129600	180	360	2,000	7,200

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	0,817	1,000

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
47,323	1,500	43,737	3,300

5 Combinatie van trek en afschuiving (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.4)

β_N	β_V	α	Benutting $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,869	0,075	1,000	79	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

6 Verplaatsingen (hoogst belaste anker)

Kortdurende belastingen

N_{Sk} = 7,037 [kN]
V_{Sk} = 1,222 [kN]

δ_N = 0,093 [mm]
δ_V = 0,049 [mm]
δ_{NV} = 0,105 [mm]

Langeduur-belastingen

N_{Sk} = 7,037 [kN]
V_{Sk} = 1,222 [kN]

δ_N = 0,222 [mm]
δ_V = 0,073 [mm]
δ_{NV} = 0,233 [mm]

NB: Verplaatsingen t.g.v. trekbelasting zijn gebaseerd op de helft van het vereiste aandraaimoment voor ongescheurd beton! Verplaatsingen t.g.v. afschuiving zijn bepaald zonder inachtneming van wrijving tussen beton en ankerplaat! De speling als gevolg van toleranties in boorgatdiameter en gatdiameter in ankerplaat wordt niet beschouwd in deze berekening!

Hoeveel verplaatsing toelaatbaar is, hangt af van de verbinding en dient door de constructeur te worden bepaald!

Invoergegevens en resultaten moeten worden gecontroleerd op overeenstemming met de realiteit en op waarschijnlijkheid!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is een geregistreerd handelsmerk van Hilti AG, Schaan

Firma:	Pieters Bouwtechniek	Bladzijde:	4
Constructeur:		Project:	316-071 Hi-Con 5.1.2,e
Adres:		Sub-Project I Pos. Nr.:	Schuine trappen
Tel. I Fax:	|	Datum:	21-4-2017
E-mail:			

7 Waarschuwingen

- De rekenmethoden in PROFIS Anchor gaan uit van starre ankerplaten volgens de geldende normen (ETAG 001/Annex C, EOTA TR029, etc.). Met deze functie van PROFIS anker kunt u de minimale ankerplaatdikte berekenen middels de Eindige Elementen Methode (FEM) voor het gekozen anker om de spanning in de ankerplaat te minimaliseren, gebaseerd op een starre ankerplaat en lastverdeling. De toetsing of de ankerplaat star genoeg is wordt niet uitgevoerd door PROFIS anker. Aannames en resultaten moeten altijd worden gecontroleerd op juistheid.
- De overdracht van de belastingen in de ondergrond moet worden gecontroleerd volgens EOTA TR 029 paragraaf 7!
- De berekening is enkel geldig indien het boutgat in de ankerplaat niet groter is dan de waarde die is opgegeven in Tabel 4.1 van EOTA TR 029! Voor grotere boutgatdiameters zie Hoofdstuk 1.1 van EOTA TR029!
- De lijst van benodigdheden is slechts ter informatie voor de gebruiker. In elk geval, dienen de gebruiksinstructies behorende bij het produkt opgevolgd te worden om een juiste installatie te bewerkstelligen.
- Karakteristieke hechtspanningen zijn afhankelijk van korte en lange termijn temperaturen.
- Neem contact op met Hilti om leverbaarheid van HIT-V ankerstang te controleren.
- Er is geen randwapening vereist om splijten te voorkomen

Verbinding is VEILIG!

Invoergegevens en resultaten moeten worden gecontroleerd op overeenstemming met de realiteit en op waarschijnlijkheid!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is een geregistreerd handelsmerk van Hilti AG, Schaan

Firma:	Pieters Bouwtechniek	Bladzijde:	5
Constructeur:		Project:	316-071 Hi-Con 5.1,2,e
Adres:		Sub-Project I Pos. Nr.:	Schuine trappen
Tel. I Fax:	|	Datum:	21-4-2017
E-mail:			

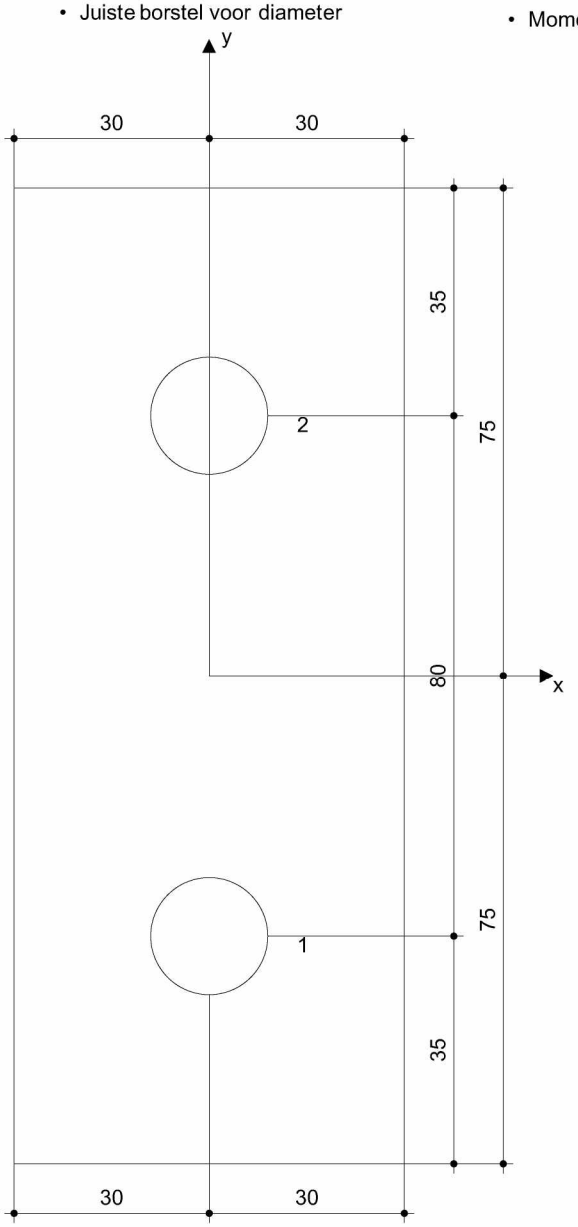
8 Plaatsingsgegevens

Ankerplaat, staal: -
Staalprofiel: geen profiel
Gatdiameter in ankerplaat: d_f = 18 mm
Ankerplaatdikte (invoer): 10 mm
Aanbevolen ankerplaatdikte: niet berekend
Boormethode: Hamergeboord
Boorgatreiniging: Premium boorgatreiniging is vereist

Ankertype en -afmeting: HIT-RE 500 V3 + HIT-V (8.8) M16
Aandraaimoment: 0,080 kNm
Boorgatdiameter: 18 mm
Boorgatdiepte in ondergrond: 120 mm
Minimale dikte van de ondergrond: 156 mm

8.1 Vereiste toebehoren

Boren	Boorgatreiniging	Plaatsing
• Hamerboormachine • Juiste boordiameter	• Perslucht met benodigde toebehoren om van onder in het gat te blazen. • Juiste borstel voor diameter	• Dispenser inclusief cassette en mixtuit • Hilti seismische vulset • Momentsleutel



Ankercoördinaten [mm]

Anker	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0	-40	70	-	-	-
2	0	40	70	-	-	-

Invoergegevens en resultaten moeten worden gecontroleerd op overeenstemming met de realiteit en op waarschijnlijkheid!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is een geregistreerd handelsmerk van Hilti AG, Schaan

Firma:	Pieters Bouwtechniek	Bladzijde:	6
Constructeur:		Project:	316-071 Hi-Con 5.1,2,e
Adres:		Sub-Project I Pos. Nr.:	Schuine trappen
Tel. I Fax:	|	Datum:	21-4-2017
E-mail:			

9 Opmerkingen

- Alle informatie en data die deel uitmaken van de Software hebben uitsluitend betrekking op het gebruik van Hilti producten en zijn gebaseerd op de principes, formules en beveiligingsregels zoals die van kracht zijn op technische richtlijnen die Hilti hanteert en de instructies voor gebruik, montage, assemblage enz. die strikt dienen te worden nageleefd door de gebruiker. Alle in die informatie genoemde cijfers zijn gemiddelden, wat wil zeggen dat op de specifieke toepassing toegesneden tests nodig kunnen zijn voordat een product van Hilti daadwerkelijk in gebruik wordt genomen. De uitkomsten van met behulp van de Software uitgevoerde berekeningen zijn in essentie niet los te zien van de door u als gebruiker ingevoerde gegevens. Eventuele fouten in die berekeningen zijn dan ook niet aan de Software toe te schrijven, maar, waar van toepassing, het gevolg van mogelijke onvolledigheid of irrelevantie van de door u ingevoerde gegevens. Daarnaast bent u ook als enige verantwoordelijk voor het laten controleren en bevestigen van zulke berekeningen en de uitkomsten daarvan door een terzake deskundige, met name waar het gaat om conformering aan geldende normen en voorschriften, voordat u deze toepast binnen uw organisatie. De Software is uitsluitend bedoeld als hulpmiddel bij de interpretatie van zulke normen en voorschriften, zonder dat garanties worden verleend ten aanzien van volledige correctheid en relevantie van de resultaten, noch ten aanzien van geschiktheid voor een specifieke toepassing.
- U bent persoonlijk verantwoordelijk voor binnen de grenzen van het redelijke te nemen stappen en maatregelen ter voorkoming van schade die het gevolg kan zijn van gebruik van de Software. Dat wil onder meer zeggen dat u zorg dient te dragen voor regelmatige backups van programmatuur en gegevens, en implementatie van updates op de Software die door Hilti ter beschikking worden gesteld. Als u ervoor kiest geen gebruik te maken van de AutoUpdate functie die in de Software beschikbaar is, dient u zeker te stellen dat u in alle gevallen met de actuele, op dat moment nieuwste versie van de Software werkt door middel van handmatige updates via de Hilti Website. Hilti is niet aansprakelijk voor schadelijke gevolgen, bijvoorbeeld in de vorm van gegevensverlies, gegevenscorruptie of schade aan programmatuur, van het op de genoemde punten in gebreke blijven door de gebruiker.

PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is een geregistreerd handelsmerk van Hilti AG, Schaan

Bijlage 18 Uitdraai TS/Liggers stalen oplegkoker - bordessen

TS/Liggers Rel: 6.21 16 nov 2016
Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker aansluiting trap-bordes
Constructeur.: MdG
Opdrachtgever:
Dimensies....: kN/m/rad
Datum.....: 16/11/2016
Bestand.....: P:\2016\316-071 Hi-Con trap Amvest\5.0 Berekeningen en rapportages PBT\5.5 Uitvoering\Berekeningen\Schuine trappen en bordessen\2016-11-16_oplegkoker-bordesaansluiting.dlw

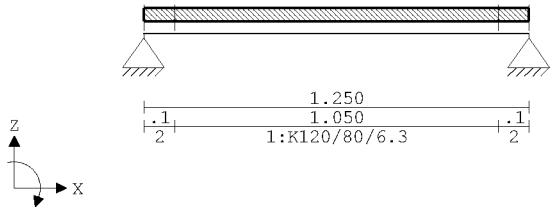
Betrouwbaarheidsklasse : 2 Referentieperiode : 50

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

GEOMETRIE

Ligger:1 enkele koker



VELDLENGTEN

Ligger:1 enkele koker

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	1.250	1.250

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	S355	210000	78.5	0.30	1.2000e-005

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	K120/80/6.3	1:S355	2.3187e+003	4.3980e+006	0.00
2	STRIP20*120	1:S355	2.4000e+003	2.8800e+006	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	80	120	60.0					
2	0:Normaal	20	120	60.0					

DOORSNEDEN

Ligger:1 enkele koker

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	0.100	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000
2	0.100	1.150	1.050	1:K120/80/6.3	0.000	1:K120/80/6.3	0.000
3	1.150	1.250	0.100	2:STRIP20*120	0.000	2:STRIP20*120	0.000

TS/Liggers Rel: 6.21 16 nov 2016

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker aansluiting trap-bordes

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	0.100	0.100	1:Vast		
2	0.100	1.150	1.050	1:Vast		
3	1.150	1.250	0.100	1:Vast		

PROFIELVORMEN [mm]

1 K120/80/6.3



2 STRIP20*120

BELASTINGGEVALLEN

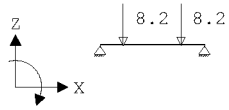
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.50	0.50	0.30	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:1 Permanent



VELDBELASTINGEN

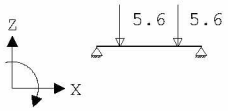
Ligger:1 enkele koker B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		8:Puntlast		-8.200			0.280	
2		8:Puntlast		-8.200			0.970	

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker aansluiting trap-bordes

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:1 enkele koker B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast		-5.600			0.280	
2	8:Puntlast		-5.600			0.970	

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	0.90									
3	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
4	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
5	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
6	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
7	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8	Quas.	1	Perm	1.00									
9	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
10	Freq.	1	Perm	1.00									
11	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
12	Blij.	1	Perm	1.00									

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

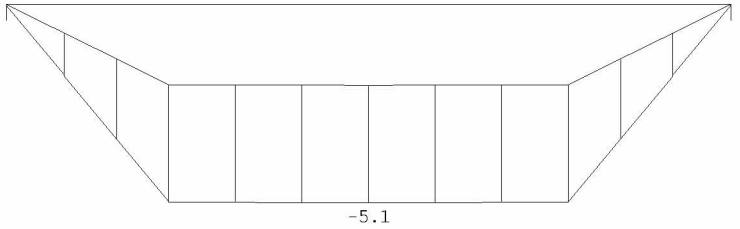
BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Alle velden de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker aansluiting trap-bordes

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN

Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie



Fmin:7.5 7.5
Fmax:18.4 18.4

REACTIES

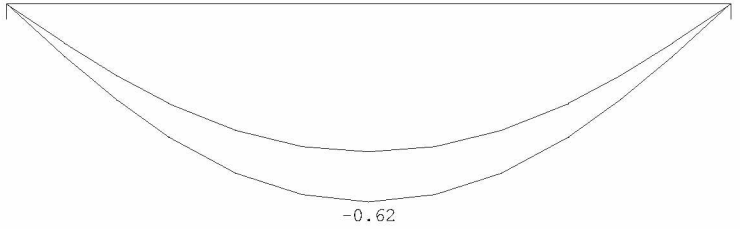
Ligger:1 enkele koker Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	7.48	18.38	0.00	0.00
2	7.48	18.38	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker aansluiting trap-bordes

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Ligger:1 enkele koker

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm^2]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	K120/80/6.3	355	Warmgewalst	3
2	STRIP20*120	355	Gewalst	3

Partiële veiligheidsfactoren:
Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KIPSTABILITEIT

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Plts. aangr.		l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1-3	1.0*h	boven:	1.25	1.250
		onder:	1.25	1.250

TOETSING SPANNINGEN

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Mat nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C.	[N/mm^2]	Opm.
1-3	1	4	1	3	My-max	EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.198	70	43,76

Opmerkingen:
[43] Bij een samengestelde staaf is het profiel met de kleinste W genomen voor stabiliteitstoetsingen.
[76] Toetsing van kipstabiliteit voor dit profieltype is niet voorzien.

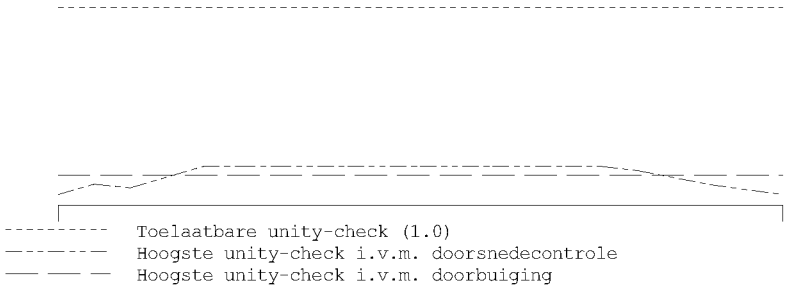
TOETSING DOORBUIGING

Ligger:1 enkele koker

Staaf	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Overst J	Zeeg [mm]	u_{tot} [mm]	BC	Sit		u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1-3	Vloer	db	1.25	N	N	0.0	-0.8	7	1	Eind	-0.8	±5.0	0.004
		db						7	1	Bijk	-0.3	±3.8	0.003

UNITY-CHECK'S

Ligger:1 enkele koker OMHULLENDE VAN ALLES

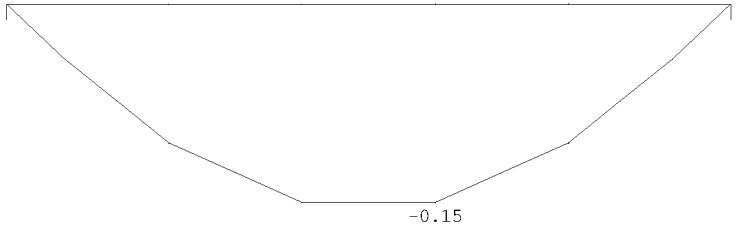


---------- Toelaatbare unity-check (1.0)
———— Hoogste unity-check i.v.m. doorsnedecontrole
—— —— — Hoogste unity-check i.v.m. doorbuiging

Project.....: 316-072 - Hi-Con trappen Amvest
Onderdeel....: Oplegkoker aansluiting trap-bordes

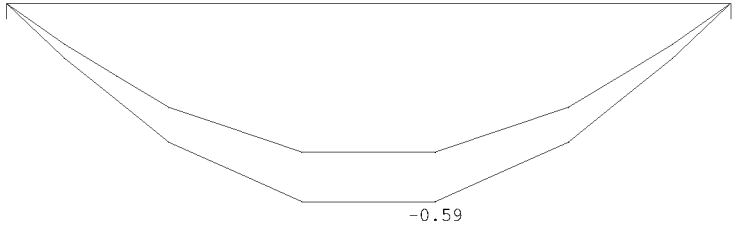
DOORBUIGINGEN Wbij [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN Wmax [mm]

Ligger:1 enkele koker Frequente combinatie



DOORBUIGINGEN

Frequente combinatie

Veld	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	-- w_{bij} [mm]	[lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	-- w_{max} [mm]	[lrep/]
1	Neg.	0.740	1250	-0.4		-0.1	8354	-0.6		-0.6	2105

Bijlage 19 Rekensheets bordessen

Pieters BOUWTECHNIEK

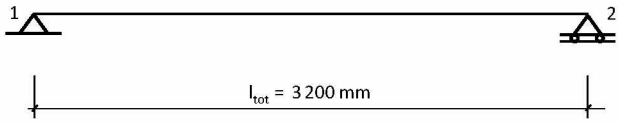
Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con bordessen maximale overspanning 3,2 m - schuine trappen

Author: MdG
Date: 16-11-2016

Version: RvN 06-06-2016

Length 3200 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %	amount of fibers
γ_c	1,5 -	safety factor concrete
γ_s	1,15 -	safety factor steel
ρ_{CRC}	27 kN/m³	density of CRC
$f_{ck,CRC}$	110 N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3 N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,CRC}$	5,00 N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33 N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,CRC}$	42.000 N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,CRC}$	18.261 N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3 -	creep factor at $t \rightarrow \infty$
ν	0,3 -	poisson ratio
$f_{yk,CRC}$	500 N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,CRC}$	435 N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000 N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76 -	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95 -	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50 N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2		Cat B: kantoren
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Frequent Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_{tot}
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_{tot}
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

w_{added}	3,77 mm	<	9,60 mm	✓
w_{end}	5,68 mm	<	12,80 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	7,37 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	9,11					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	11,30					kNm	
$M_{d,max,i}$	11,30					kNm	
ω	0,045					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,044					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	14,1					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,80**					-	= M_{Ed}/M_{Rd} ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	11,39					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	14,12					kN	
$V_{d,max,i}$	14,12					kN	
$V_{Rd,i}$	99					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$
Unity check V_d	**0,14**					-	✓

Results reactions

R_{d1}	14,12 kN
R_{d2}	14,12 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	3200	0	0	0	0	mm	
to	3200					mm	
b_i	1000					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	10					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	503					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	100					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,76					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0076					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	15,5					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	22,0					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,4					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,1					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con bordessen maximale overspanning 3,2 m - schuine trappen

Author: MdG

Version: RvN 06-06-2016

Date: 16-11-2016

$I_{c,i}$	60.750.000	mm^4	$= 1/12bh^3$
$I_{u,0,i}$	61.566.744	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	62.839.981	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	7.345.524	mm^4	$= 1/12bh_{c0}^3+1/3bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	14.207.529	mm^4	$= 1/12bh_{c\infty}^3+1/3bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	1.350.000	mm^3	$= 1/6bh^2$
$W_{u,0,i}$	1.381.416	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	6,91	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1.2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-2,565	kN/m	$q_{1,G,end}$	-2,565	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-3,000	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-3,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3 200	mm
$q_{2,G,begin}$	-1,040	kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,040	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3 200	mm
$q_{3,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3 200	mm
$q_{4,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	3 200	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	3 200	mm
$F_{2,G}$	0,000	kN
$F_{2,Q}$	0,000	kN
distance a	3 200	mm
$F_{3,G}$	0,000	kN
$F_{3,Q}$	0,000	kN
distance a	3 200	mm
$F_{4,G}$	0,000	kN
$F_{4,Q}$	0,000	kN
distance a	3 200	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e Amsterdam

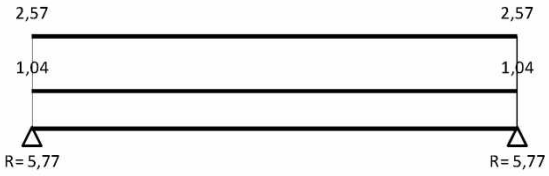
Description: Hi-Con bordessen maximale overspanning 3,2 m - schuine trappen

Author: MdG

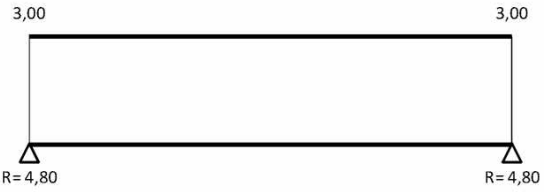
Version: RvN 06-06-2016

Date: 16-11-2016

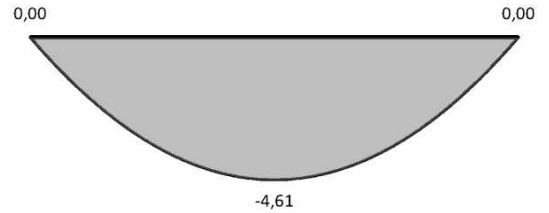
Loads Permanent loading



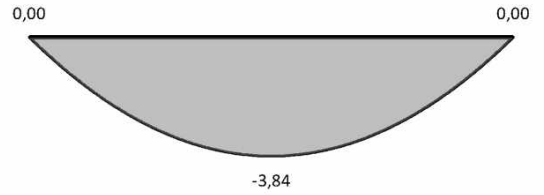
Loads Variable loading



Moments [kNm] Permanent loading



Moments [kNm] Variable loading



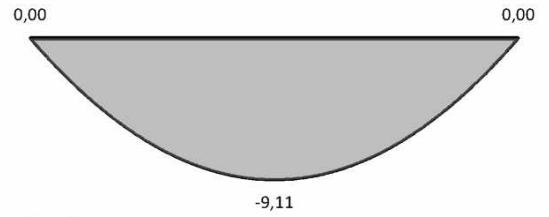
Shear [kN] Permanent loading



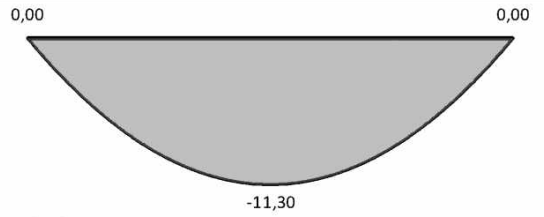
Shear [kN] Variable loading



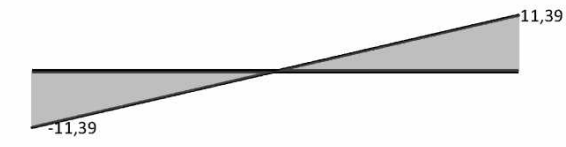
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



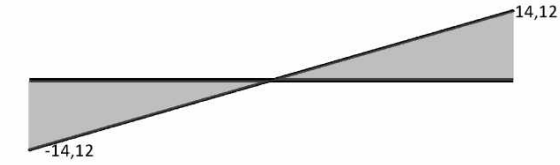
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



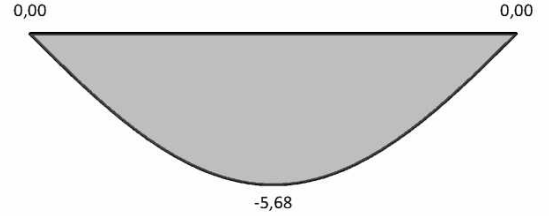
Shear [kN] Fundamental 6.10a



Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

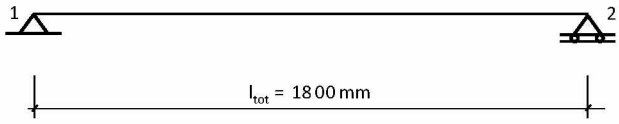
Description: Hi-Con bordes 2 - overspanning 1,8 m - schuine trappen

Author: MdG

Version: RvN 06-06-2016

Date: 16-11-2016

Length 1800 mm



Material properties

Type	min 1,4 vol %	amount of fibers
γ_c	1,5 -	safety factor concrete
γ_s	1,15 -	safety factor steel
ρ_{CRC}	27 kN/m³	density of CRC
$f_{ck,CRC}$	110 N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3 N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,CRC}$	5,00 N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33 N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,CRC}$	42.000 N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,CRC}$	18.261 N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3 -	creep factor at $t \rightarrow \infty$
ν	0,3 -	poisson ratio
$f_{yk,CRC}$	500 N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,CRC}$	435 N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000 N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76 -	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95 -	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50 N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200) > 0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2		Cat B: kantoren
γ_G	(6.10a) 1,35 -		ψ_0	0,5 -
γ_G	(6.10b) 1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Frequent Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_{tot}
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_{tot}
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

w_{added}	0,98 mm	<	5,40 mm	✓
w_{end}	1,48 mm	<	7,20 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
f_1	14,43 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	7,51					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	9,31					kNm	
$M_{d,max,i}$	9,31					kNm	
ω	0,045					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,044					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	14,1					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,66**					-	= M_{Ed}/M_{Rd} ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	16,69					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	20,69					kN	
$V_{d,max,i}$	20,69					kN	
$V_{Rd,i}$	99					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$
Unity check V_d	**0,21**					-	✓

Results reactions

R_{d1}	20,69 kN
R_{d2}	20,69 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	1800	0	0	0	0	mm	
to	1800					mm	
b_i	1000					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	10					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	503					mm²	area of reinforcement
$d_{a,i}$	100					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,76					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0076					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	15,5					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	22,0					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,4					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,1					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}] / [bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con bordes 2 - overspanning 1,8 m - schuine trappen

Author: MdG

Version: RvN 06-06-2016

Date: 16-11-2016

$I_{c,i}$	60.750.000	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3$
$I_{u,0,i}$	61.566.744	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	62.8 39.98 1	mm^4	$= \frac{1}{12}bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	7.345.524	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c0}^3+\frac{1}{4}bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	14.207.529	mm^4	$= \frac{1}{12}bh_{c\infty}^3+\frac{1}{4}bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	1.350.000	mm^3	$= \frac{1}{6}bh^2$
$W_{u,0,i}$	1.38 1.416	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$	6,91	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1.2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-2,565	kN/m	$q_{1,G,end}$	-2,565	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	-3,000	kN/m	$q_{1,Q,end}$	-3,000	kN/m
distance a	0	mm	length	18 00	mm
$q_{2,G,begin}$	-1,040	kN/m	$q_{2,G,end}$	-1,040	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	18 00	mm
$q_{3,G,begin}$	-5,8 00	kN/m	$q_{3,G,end}$	-5,8 00	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	-4,8 00	kN/m	$q_{3,Q,end}$	-4,8 00	kN/m
distance a	0	mm	length	18 00	mm
$q_{4,G,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,000	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,000	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,000	kN/m
distance a	0	mm	length	18 00	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,000	kN
$F_{1,Q}$	0,000	kN
distance a	18 00	mm
$F_{2,G}$	0,000	kN
$F_{2,Q}$	0,000	kN
distance a	18 00	mm
$F_{3,G}$	0,000	kN
$F_{3,Q}$	0,000	kN
distance a	18 00	mm
$F_{4,G}$	0,000	kN
$F_{4,Q}$	0,000	kN
distance a	18 00	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e Amsterdam

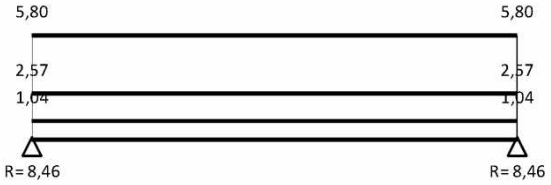
Description: Hi-Con bordes 2 - overspanning 1,8 m - schuine trappen

Author: MdG

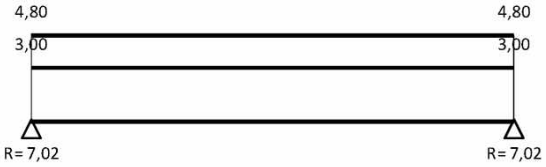
Version: RvN 06-06-2016

Date: 16-11-2016

Loads Permanent loading



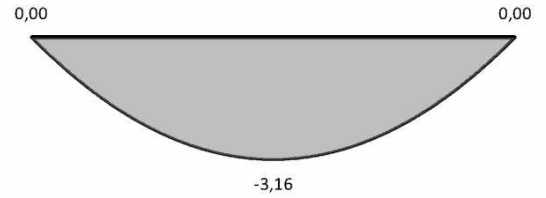
Loads Variable loading



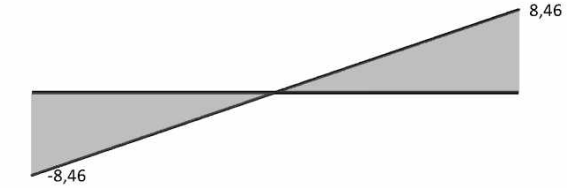
Moments [kNm] Permanent loading



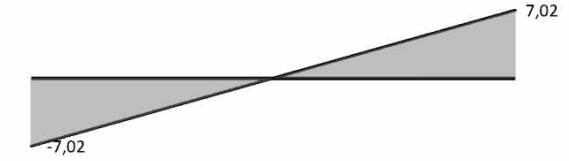
Moments [kNm] Variable loading



Shear [kN] Permanent loading



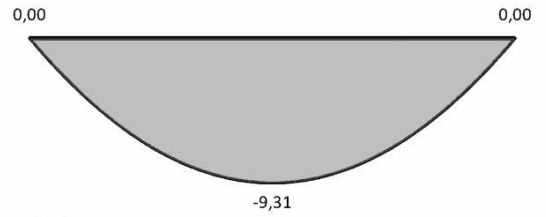
Shear [kN] Variable loading



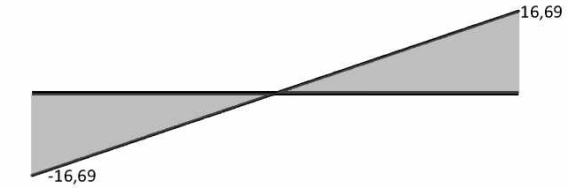
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



Moments [kNm] Fundamental 6.10b



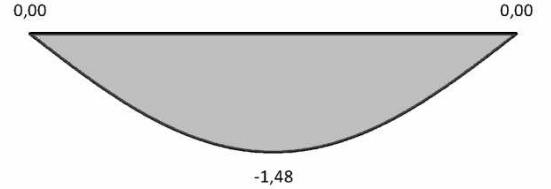
Shear [kN] Fundamental 6.10a



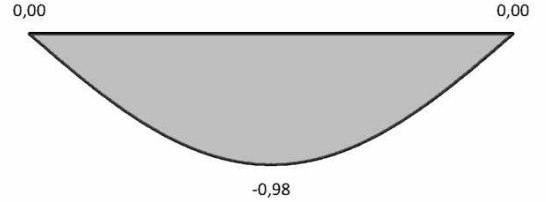
Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



Bijlage 20 Rekensheets wandelementen

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e -Amsterdam

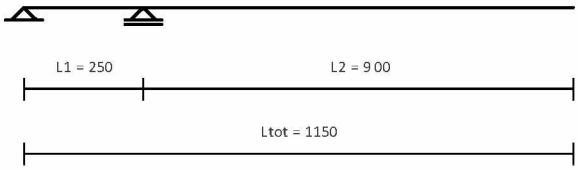
Description: Hi-Con trappen -uitkragend deel wandelementen

Author: MdG

Version: RvN 27-07-2016

Date: 29-3-2017

Type:	normaal	
Length L_1 =	250	mm
Length L_2 =	900	mm
Total length	1150	mm



Material properties CRC i2

Type	min 1,4	vol %	amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\ CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\ CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\ CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\ CRC}$	18.261	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3	-	creep factor at t→ ∞
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\ CRC}$	500	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\ CRC}$	435	N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76	-	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95	-	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200)$ >$0,45f_{ctd}$

Premises

Consequence Class		CC2			Cat A: wonen
γ_G (6.10a)	1,35	-	ψ_0	0,4	-
γ_G (6.10b)	1,2	-	ψ_1	0,5	-
γ_Q	1,5	-	ψ_2	0,3	-
Deflection	based on:		Characteristic Combination		
Added bending	w_{added}	<	0,003	x l_1 or	x 2xl_2
Total bending	w_{end}	<	0,004	x l_1 or	x 2xl_2
Stiffness					
Frequency	f	>	5,0	Hz	

Results deflection and stiffness

$l_1 \rightarrow w_{added}$	0,01	mm	<	0,75	mm ✓
$l_1 \rightarrow w_{end}$	0,01	mm	<	1,00	mm ✓
$l_2 \rightarrow w_{added}$	0,47	mm	<	5,40	mm ✓
$l_2 \rightarrow w_{end}$	0,58	mm	<	7,20	mm ✓
$w_{precamber}$	0	mm			
$f_{1,\ L1}$	159 3,76	Hz	>	5,0	Hz ✓
$f_{1,\ L2}$	27,89	Hz	>	5,0	Hz ✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	1,24					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	1,98					kNm	
$M_{d,max,i}$	1,98					kNm	
ω	0,045					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,044					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	7,05					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,28**					-	= M_{Ed}/M_{Rd} ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	5,18					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	8,08					kN	
$V_{d,max,i}$	8,08					kN	
$V_{Rd,i}$	49 ,5					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$
Unity check V_d	**0,16**					-	✓

Results reactions

$R_{d1,vert}$	-7,70	kN
$R_{d2,vert}$	10,97	kN
$R_{d1,hor}$	0,00	kN
$R_{d2,hor}$	0,00	kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	1150	0	0	0	0	mm	
to	1150					mm	
transition	stepped					-	transition of properties between sections
b_i	500					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,\ i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,\ i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	5					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	8					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	251					mm^2	area of reinforcement
$d_{a,i}$	100					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	66					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,76					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0076					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	15,5					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	22,0					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,4					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}]\ /[bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	46,1					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}]\ /[bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e - Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - uitkragend deel wandelementen

Author: MdG

Version: RvN 27-07-2016

Date: 29-3-2017

$I_{c,i}$	30.375.000	mm^4	$= 1/12bh^3$
$I_{u,0,i}$	30.783.372	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	31.419.991	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	3.672.762	mm^4	$= 1/12bh_{c0}^3+1/4bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	7.103.764	mm^4	$= 1/12bh_{c\infty}^3+1/4bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	675.000	mm^3	$= 1/6bh^2$
$W_{u,0,i}$	690.708	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$ =	3,45	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1,2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-1,28	kN/m	$q_{1,G,end}$	-1,28	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{1,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	1150	mm
$q_{2,G,begin}$	0,00	kN/m	$q_{2,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	1150	mm
$q_{3,G,begin}$	0,00	kN/m	$q_{3,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	1150	mm
$q_{4,G,begin}$	0,00	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	1150	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,00	kN
$F_{1,Q}$	-1,00	kN
distance a	1150	mm
$F_{2,G}$	0,00	kN
$F_{2,Q}$	0,00	kN
distance a	1150	mm
$F_{3,G}$	0,00	kN
$F_{3,Q}$	0,00	kN
distance a	1150	mm
$F_{4,G}$	0,00	kN
$F_{4,Q}$	0,00	kN
distance a	1150	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1,2.e - Amsterdam

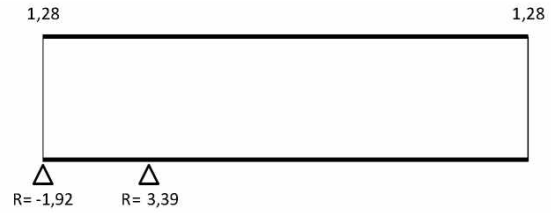
Description: Hi-Con trappen - uitkragend deel wandelementen

Author: MdG

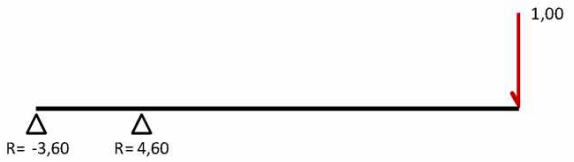
Version: RvN 27-07-2016

Date: 29-3-2017

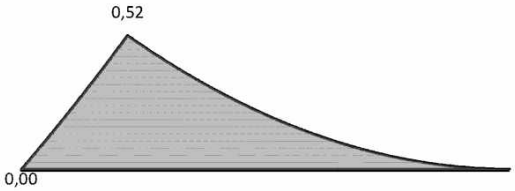
Loads Permanent loading



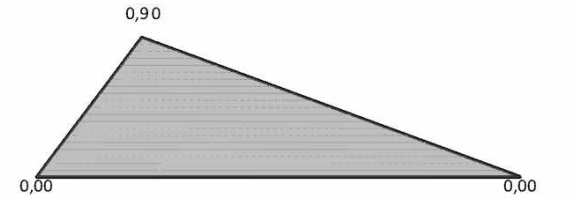
Loads Variable loading



Moments [kNm] Permanent loading



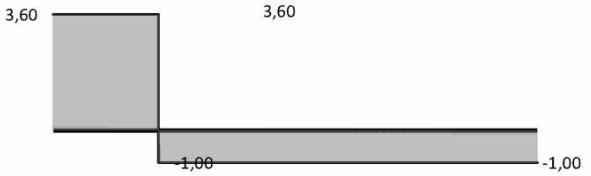
Moments [kNm] Variable loading



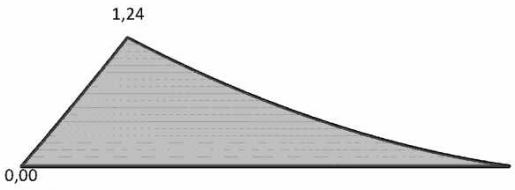
Shear [kN] Permanent loading



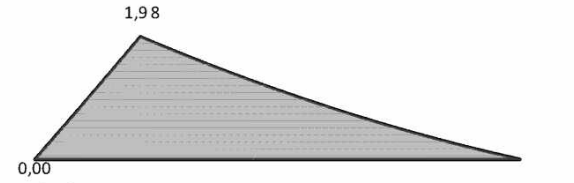
Shear [kN] Variable loading



Moments [kNm] Fundamental 6.10a



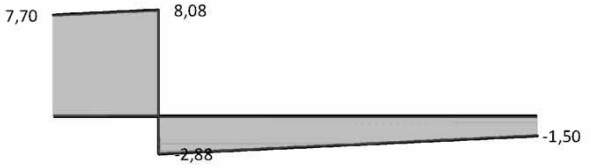
Moments [kNm] Fundamental 6.10b



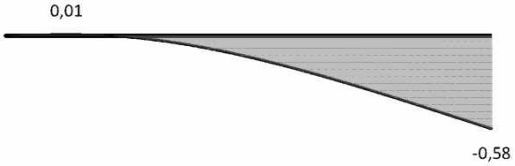
Shear [kN] Fundamental 6.10a



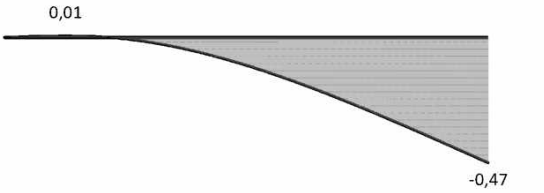
Shear [kN] Fundamental 6.10b



Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



Pieters BOUWTECHNIEK

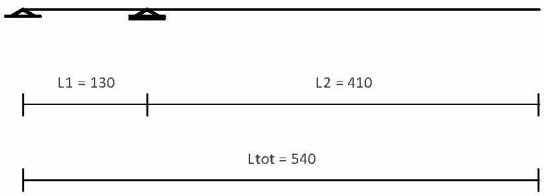
Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e -Amsterdam

Description: Hi-Con trappen - plintelementen

Author: MdG

Version: RvN 27-07-2016

Date: 29-3-2017



Type: normaal

Length L_1 = 130 mm

Length L_2 = 410 mm

Total length 540 mm

Material properties CRC i2

Type	min 1,4 vol %		amount of fibers
γ_c	1,5	-	safety factor concrete
γ_s	1,15	-	safety factor steel
ρ_{CRC}	27	kN/m³	density of CRC
$f_{ck,\ CRC}$	110	N/mm²	characteristic compr strength
f_{cd}	73,3	N/mm²	design compressive strength
$f_{ct,\ CRC}$	5,00	N/mm²	characteristic tensile strength
f_{ctd}	3,33	N/mm²	design tensile strength
$E_{c0,\ CRC}$	42.000	N/mm²	short term E of CRC
$E_{c\infty,\ CRC}$	18.261	N/mm²	long term E of CRC
φ_{CRC}	1,3	-	creep factor at t→ ∞
ν	0,3	-	poisson ratio
$f_{yk,\ CRC}$	500	N/mm²	characteristic tensile strength
$f_{yd,\ CRC}$	435	N/mm²	design tensile strength
E_s	200.000	N/mm²	steel E
α_{e0}	4,76	-	= E_s/E_{c0}
$\alpha_{e\infty}$	10,95	-	= $E_s/E_{c\infty}$
ν_{min}	1,50	N/mm²	= $f_{ctd}(0,7\text{-}f_{ck}/200)$ >0,45f_{ctd}

Premises

Consequence Class	CC2			Cat A: wonen
γ_G (6.10a)	1,35 -		ψ_0	0,4 -
γ_G (6.10b)	1,2 -		ψ_1	0,5 -
γ_Q	1,5 -		ψ_2	0,3 -
Deflection	based on:		Characteristic Combination	
Added bending	w_{added}	<	0,003 x l_1 or x 2xl_2	
Total bending	w_{end}	<	0,004 x l_1 or x 2xl_2	
Stiffness				
Frequency	f	>	5,0 Hz	

Results deflection and stiffness

$l_1 \rightarrow w_{added}$	0,00 mm	<	0,39 mm	✓
$l_1 \rightarrow w_{end}$	0,00 mm	<	0,52 mm	✓
$l_2 \rightarrow w_{added}$	0,04 mm	<	2,46 mm	✓
$l_2 \rightarrow w_{end}$	0,04 mm	<	3,28 mm	✓
$w_{precamber}$	0 mm			
$f_{1,\ L1}$	5873,04 Hz	>	5,0 Hz	✓
$f_{1,\ L2}$	103,80 Hz	>	5,0 Hz	✓

Occured percentage of creep due to G at t = 0: 0%

Results strength per section

Section	1	2	3	4	5		
$M_{d,6.10.a,i}$	0,39					kNm	
$M_{d,6.10.b,i}$	0,75					kNm	
$M_{d,max,i}$	0,75					kNm	
ω	0,025					-	= $A_s f_{yd}/bh_{eff}f_{cd}$
μ	0,025					-	= $\omega(1\text{-}0,5\omega)$
$M_{Rd,i}$	4,07					kNm	= $\mu bh_{eff}^2 f_{cd}$
Unity check M_d	**0,18**					-	= M_{Ed}/M_{Rd} ✓
$V_{d,6.10.a,i}$	3,12					kN	
$V_{d,6.10.b,i}$	5,83					kN	
$V_{d,max,i}$	5,83					kN	
$V_{Rd,i}$	50,25					kN	= $bh_{eff}\nu_{min}$
Unity check V_d	**0,12**					-	✓

Results reactions

$R_{d1,vert}$	-5,63 kN
$R_{d2,vert}$	7,96 kN
$R_{d1,hor}$	0,00 kN
$R_{d2,hor}$	0,00 kN

Section properties

Section	1	2	3	4	5		
from	0					mm	
length	540	0	0	0	0	mm	
to	540					mm	
transition	stepped					-	transition of properties between sections
b_i	500					mm	width
h_i	90					mm	height
$c_{min,\ i}$	15					mm	cover
$\Delta c_{dev,\ i}$	5					mm	tolerance
$n_{s,i}$	5					stk	number of reinforcement bars
$\phi_{s,i}$	6					mm	reinforcement diameter
$A_{s,i}$	141					mm^2	area of reinforcement
$d_{a,i}$	100					mm	spacing of reinforcement bars
$A_{s,min}<A_s<A_{s,max}$	OK					-	$0,26bh_{eff}f_{ct}/f_{yk} < A_s < 0,04bh_{eff}$
$h_{eff,i}$	67					mm	= $h\text{-}c_{min}\text{-}\Delta c_{dev}\text{-}0,5\phi_s$
$\omega_{s,i}$	0,42					%	= $100A_s/(bh_{eff})$
$\rho_{s,i}$	0,0042					-	= $A_s/(bh_{eff})$
$h_{c,0,i}$	12,2					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e0}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e0}\rho_s)^2+2\alpha_{e0}\rho_s)})$
$h_{c,\infty,i}$	17,5					mm	= $h_{eff}(-\alpha_{e\infty}\rho_s+\sqrt{((\alpha_{e\infty}\rho_s)^2+2\alpha_{e\infty}\rho_s)})$
$x_{u,0,i}$	45,3					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s h_{eff}]\ /[bh+(\alpha_{e0}\text{-}1)A_s]$
$x_{u,\infty,i}$	45,7					mm	= $[(bh^2)/2+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s h_{eff}]\ /[bh+(\alpha_{e\infty}\text{-}1)A_s]$

Pieters BOUWTECHNIEK

Project: 316-071 Kantoor 5.1,2,e -Amsterdam

Description: Hi-Con trappen -plintelementen

Author: MdG

Version: RvN 27-07-2016

Date: 29-3-2017

$I_{c,i}$	30.375.000	mm^4	$= 1/12bh^3$
$I_{u,0,i}$	30.629.398	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e0}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{u,\infty,i}$	31.035.334	mm^4	$= 1/12bh^3+bh(h/2-x_u)^2+(\alpha_{e\infty}-1)A_s(d-x_u)^2$
$I_{cr,0,i}$	2.324.268	mm^4	$= 1/12bh_{c0}^3+1/4bh_{c0}^3+\alpha_{e0}A_s(h_{eff}-h_{c0})^2$
$I_{cr,\infty,i}$	4.687.089	mm^4	$= 1/12bh_{c\infty}^3+1/4bh_{c\infty}^3+\alpha_{e\infty}A_s(h_{eff}-h_{c\infty})^2$
$W_{c,i}$	675.000	mm^3	$= 1/6bh^2$
$W_{u,0,i}$	684.562	mm^3	$= I_{u,0}/(h-x_u)$
$M_{cr,0,i}$ =	3,42	kNm	$= W_{u,0}f_{ct}$

5.1,2,e loads

$q_{1,G,begin}$	-1,28	kN/m	$q_{1,G,end}$	-1,28	kN/m
$q_{1,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{1,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	540	mm
$q_{2,G,begin}$	0,00	kN/m	$q_{2,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{2,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{2,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	540	mm
$q_{3,G,begin}$	0,00	kN/m	$q_{3,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{3,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{3,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	540	mm
$q_{4,G,begin}$	0,00	kN/m	$q_{4,G,end}$	0,00	kN/m
$q_{4,Q,begin}$	0,00	kN/m	$q_{4,Q,end}$	0,00	kN/m
distance a	0	mm	length	540	mm

Point loads

$F_{1,G}$	0,00	kN
$F_{1,Q}$	-1,00	kN
distance a	540	mm
$F_{2,G}$	0,00	kN
$F_{2,Q}$	0,00	kN
distance a	540	mm
$F_{3,G}$	0,00	kN
$F_{3,Q}$	0,00	kN
distance a	540	mm
$F_{4,G}$	0,00	kN
$F_{4,Q}$	0,00	kN
distance a	540	mm

Project: 316-071 Kantoor 5.1.2.e - Amsterdam

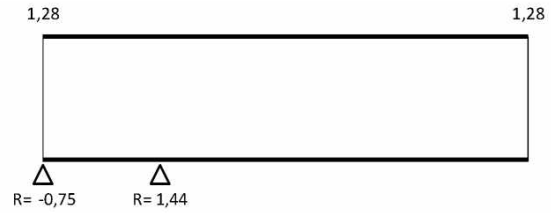
Description: Hi-Con trappen - plintelementen

Author: MdG

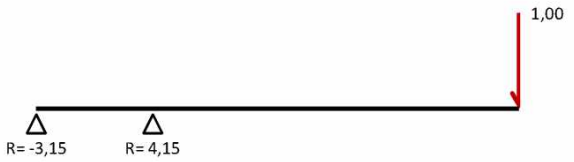
Date: 29-3-2017

Version: RvN 27-07-2016

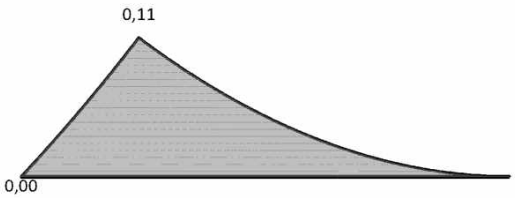
Loads Permanent loading



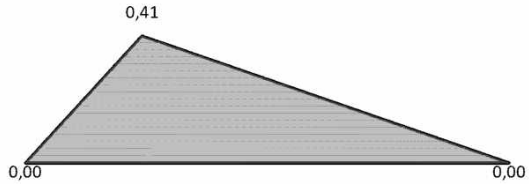
Loads Variable loading



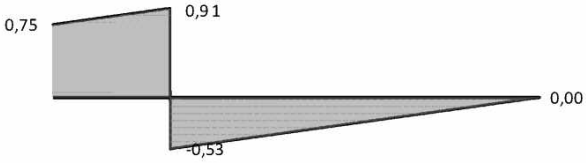
Moments [kNm] Permanent loading



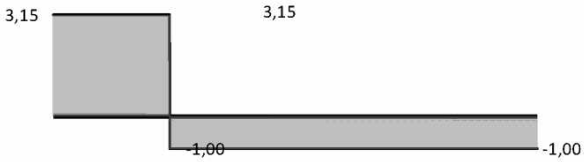
Moments [kNm] Variable loading



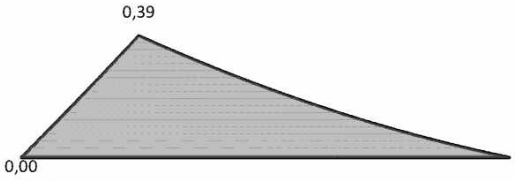
Shear [kN] Permanent loading



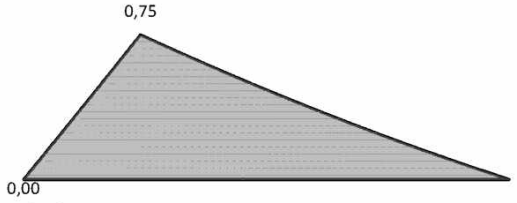
Shear [kN] Variable loading



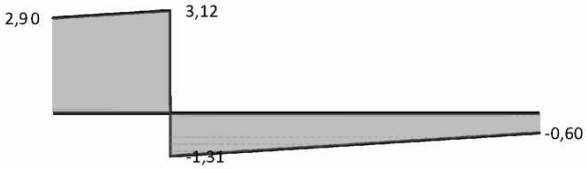
Moments [kNm] Fundamental 6.10a



Moments [kNm] Fundamental 6.10b



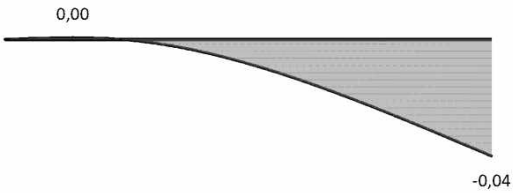
Shear [kN] Fundamental 6.10a



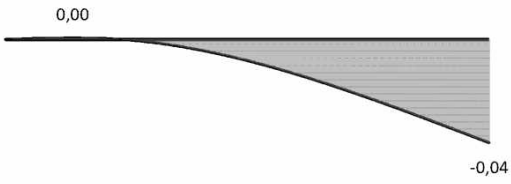
Shear [kN] Fundamental 6.10b



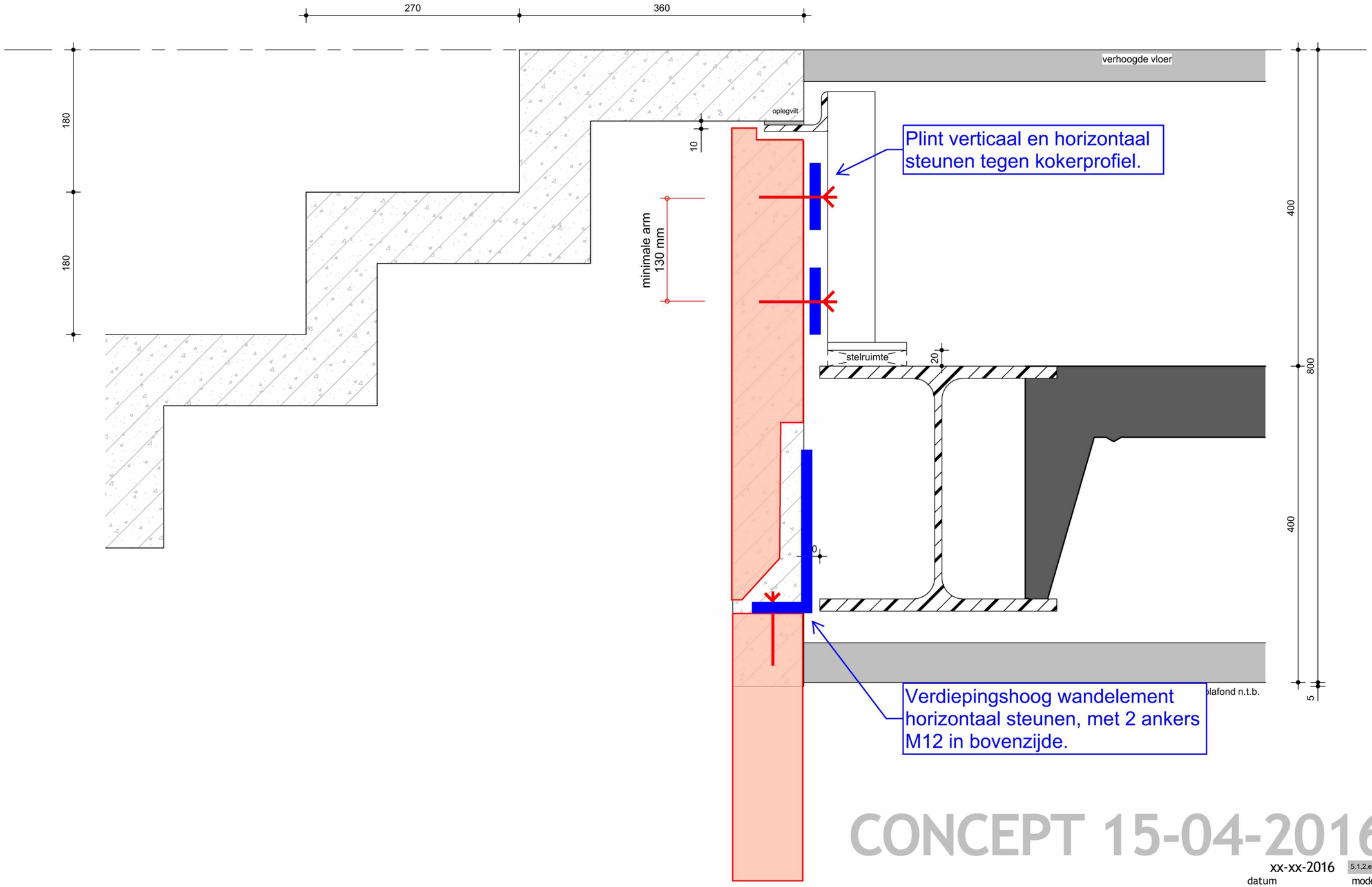
Deflection [mm] Total excl. precamber



Deflection [mm] Added



Bijlage 21 Details wand- en plintelementen



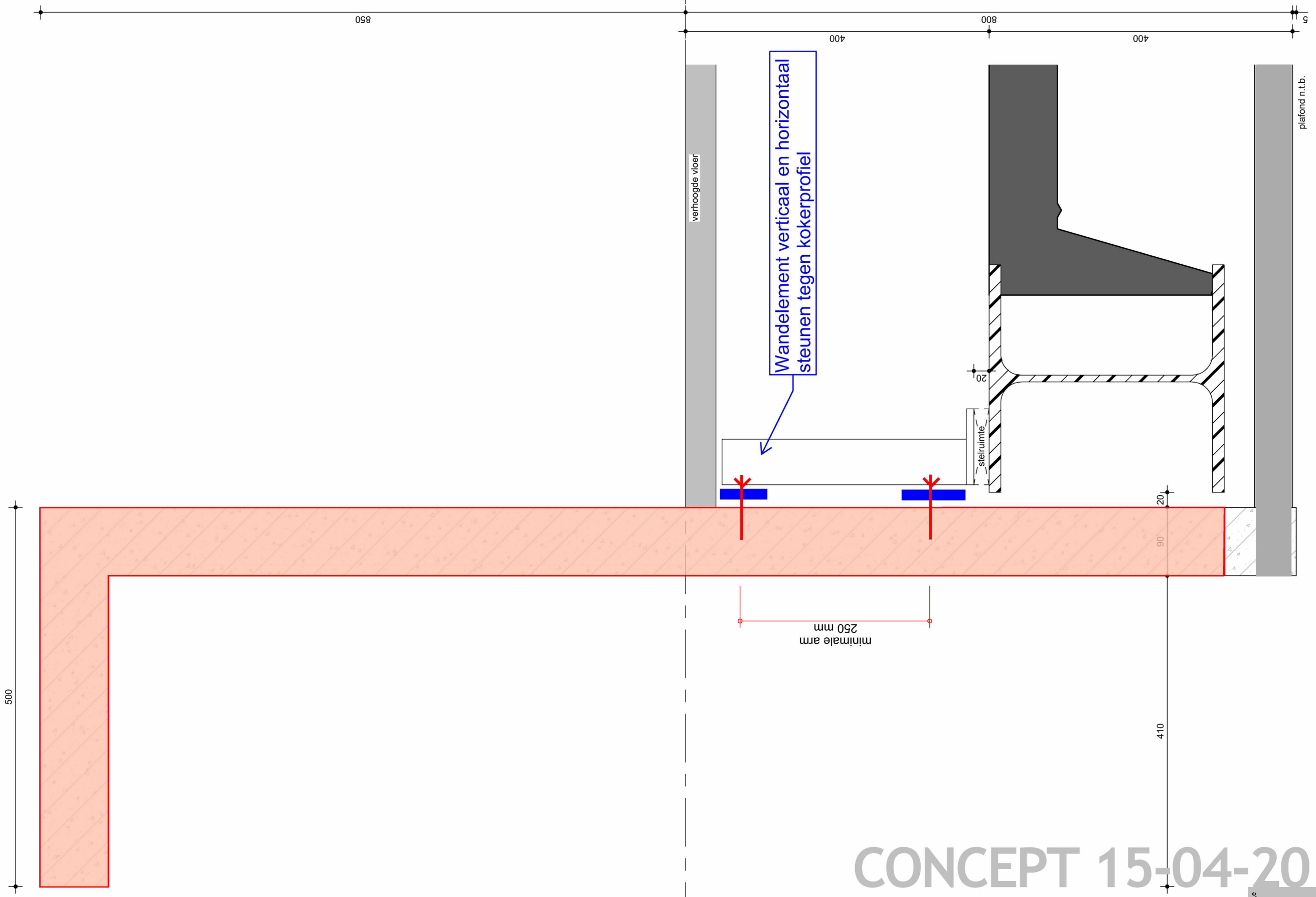
CONCEPT 15-04-2016

xx-xx-2016 datum

5.1.2.e modelleur

VAN DEN BERG BOUWKUNDIGEN
Nederland

project Cruquius Kade - K 1.2 Kantoor onderdeel principe details
dossiernr. 07360.000BN16
schaal 1:5
fase Uitvoeringsgereed Ontwerp
bladnummer V-02



CONCEPT 15-04-2016

da 5.1.2.e

VAN DEN BERG BOUWKUNDIGEN
Nederland

project Cruquius Kade - K 1.2 Kantoor onderdeel
dossiernr. 07360.000BN16
schaal 1:5
fase Uitvoeringsgereed Ontwerp

principe details
bladnummer
V-03

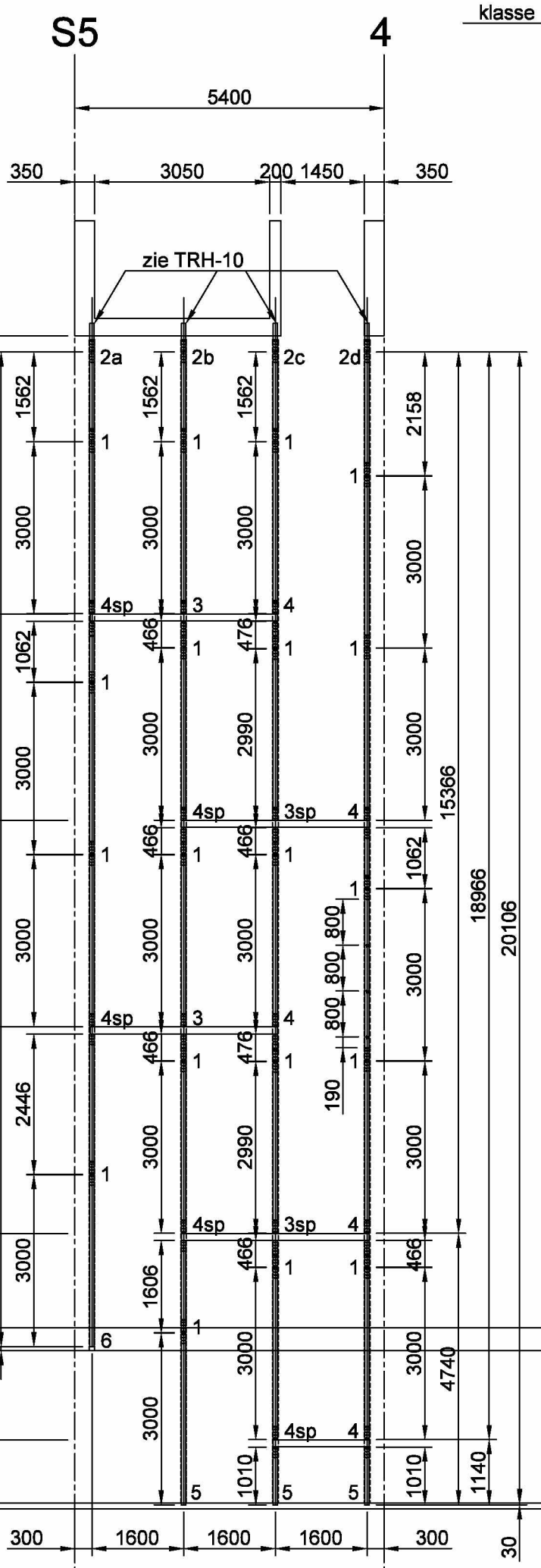
Bijlage 22 Staaltekeningen Moeskops

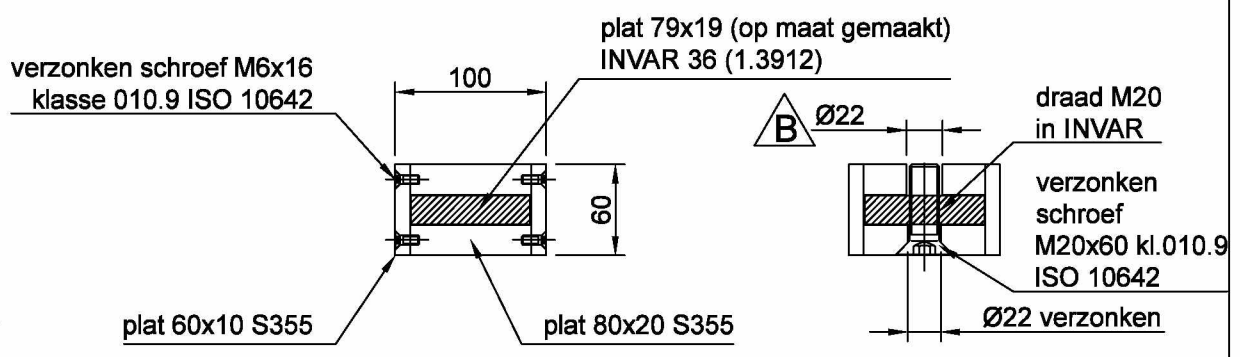
OPMERKINGEN

- verzonken schroeven M20 om en om aanbrengen
- oppervlaktebehandeling schroeven: geen
- hangstaven brandwerend behandelen
- al het staal is zichtwerk
- *niet leveren en niet aanbrengen Moeskops

MOESKOPS STAALBOUW B.V.
KENNEDYLAAN 60 BERGEIJK POSTBUS 60 AA BERGEIJK INFO@MOESKOPS.COM

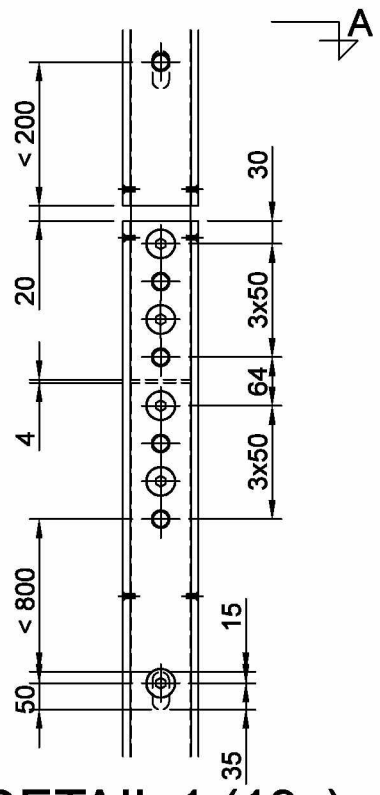
		project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2
		ordernummer:	1150249
		onderdeel:	Hangstaven Trappenhuis str.4-S5
		datum:	30 mrt 2017 | A3 1:100/10/5 | TRH-1B
		status:	definitief
staalsoort:	t.a.v. S355	uitvoering	EXC2
bouten:	t.a.v. 8.8, niet voorgespannen	ankers:	8.8, niet voorgespannen
boutgaten:	t.a.v. normale ronde gaten	ankergaten:	overmaatse ronde gaten
maatvoering:	indicatief, alleen t.b.v. berekening	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]



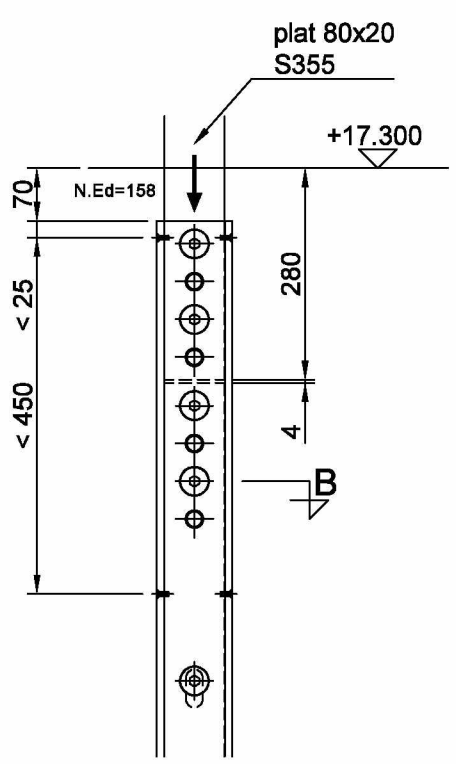


doorsnede A

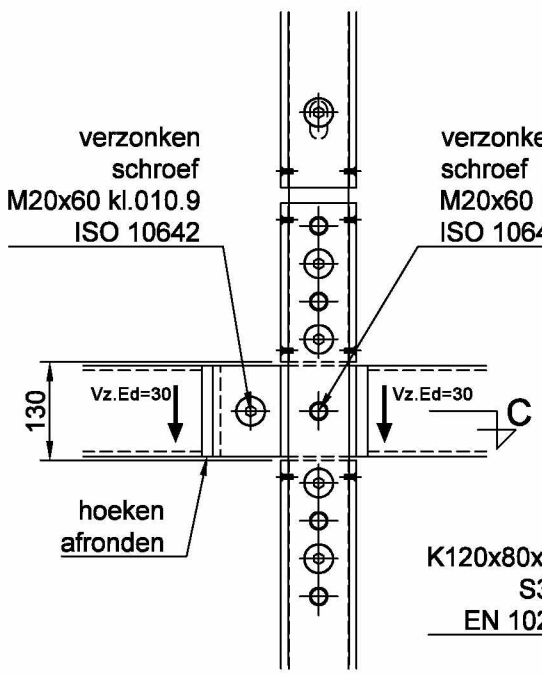
doorsnede B

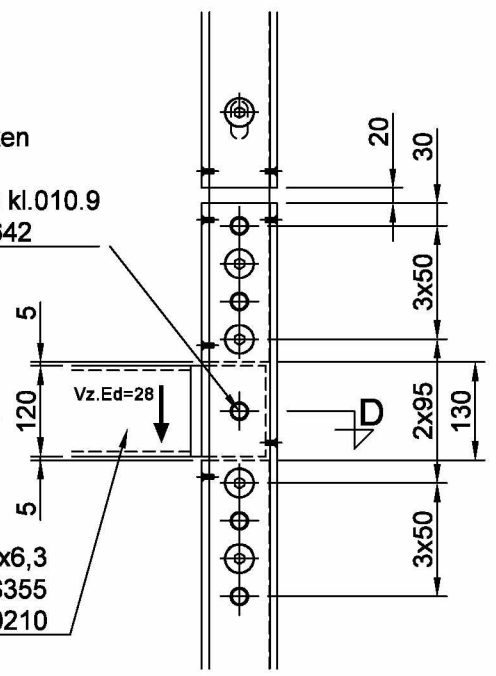


DETAIL 1 (19x)



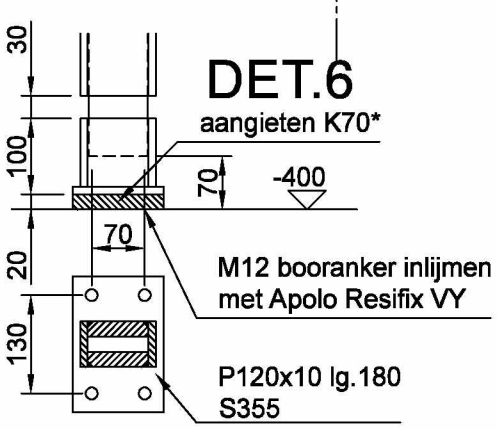
DETAIL 2 (a t/m d)



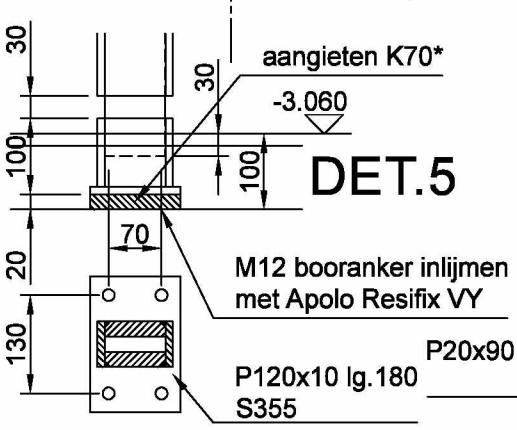


DETAIL 3
(2x ag, 2x sp)

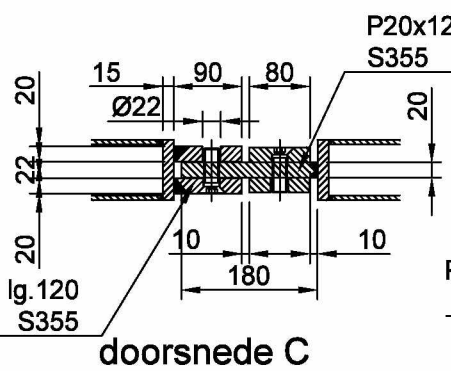
DETAIL 4
(5x ag, 5x sp)



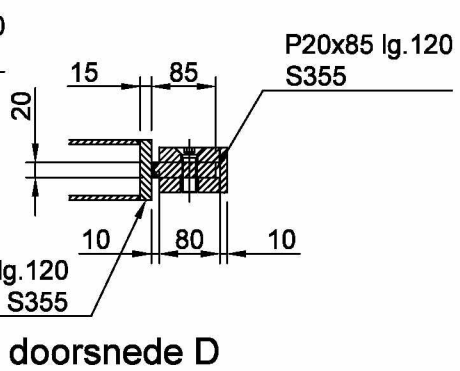
DET.6



DET.5



doorsnede C



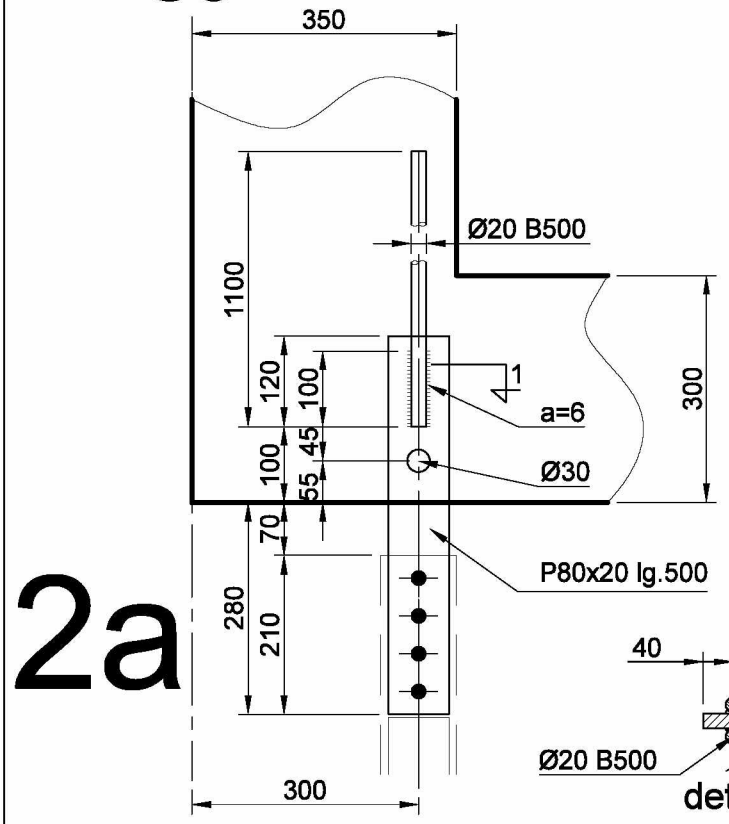
doorsnede D

MOESKOPS STAALBOUW B.V.	project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2		
Kennedylaan 12 Postbus 36 0497 - 55 22 55 5.1.2.e Bergeijk 5570 AA Bergeijk info@moeskops.com	ordernummer:	1150249		
	onderdeel:	Hangstaven trappenhuis str.4-S5 - 17300+P		
	datum:	3 april 2017	A4 1:10 blad:	TRH-10B
	status:	definitief		

staalsoort:	t.a.v. S355	uitvoering:	EXC2
bouten:	t.a.v. 8.8, niet voorgespannen	conservering:	.
gaten:	normale ronde gaten t.a.v.	renvooi:	overzicht blad TRH-1B
lassen:	t.a.v. hoeklas a = 4 rondom	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

*niet leveren en niet aanbrengen Moeskops

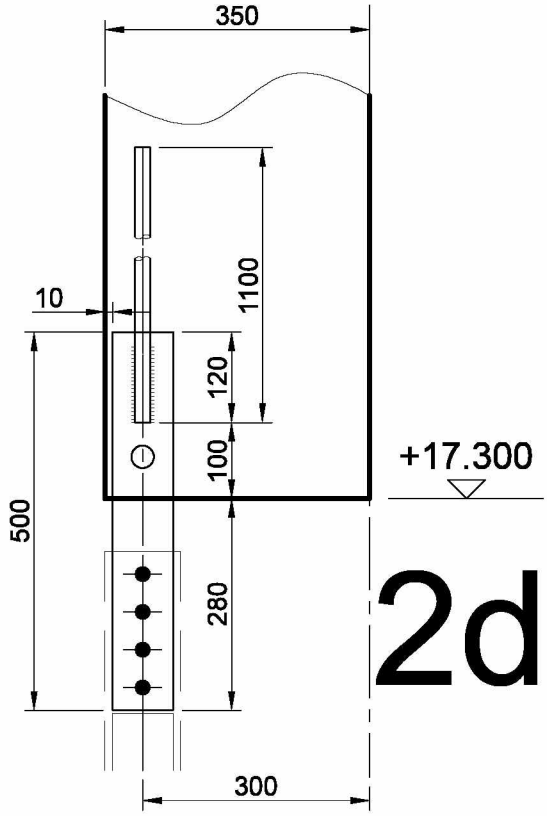
S5



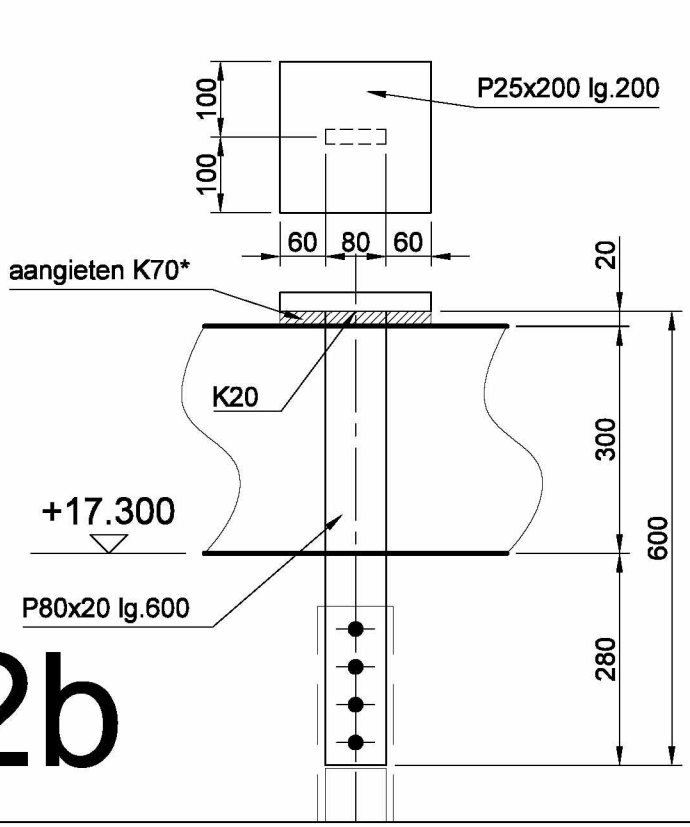
2a

detail 1

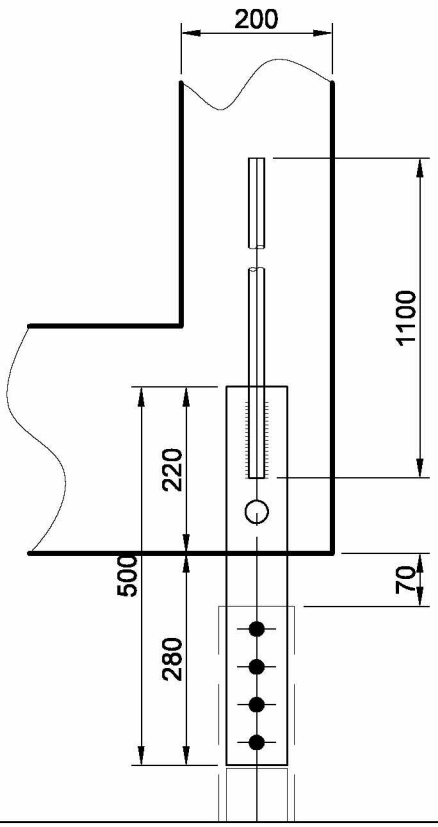
4



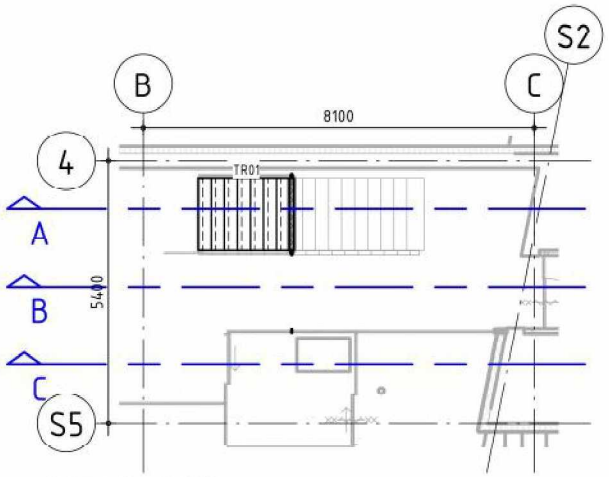
2d



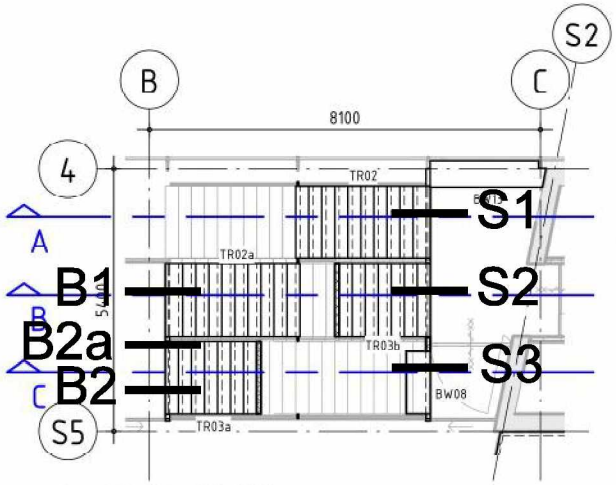
2b



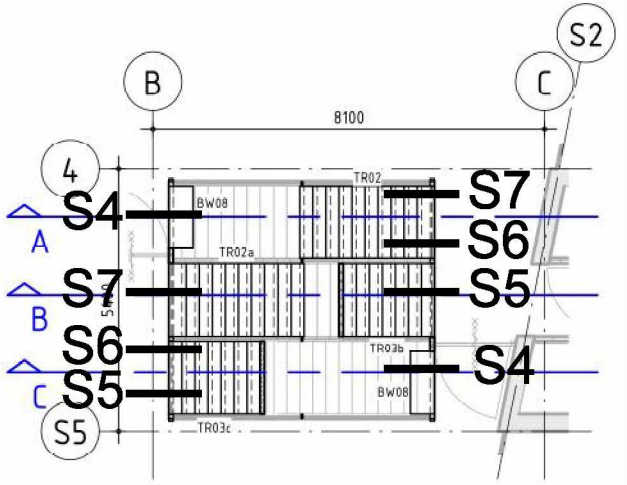
2c



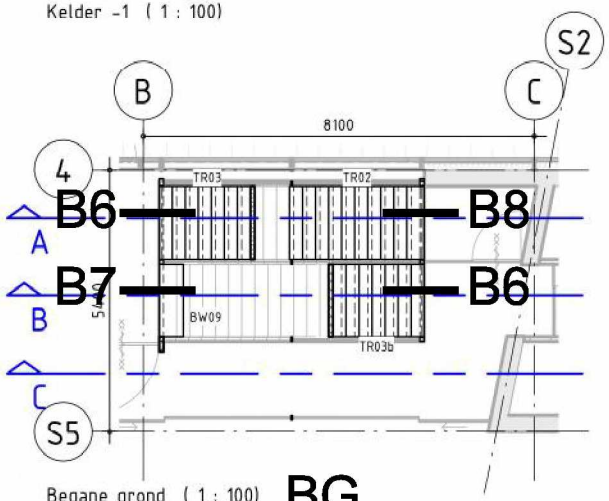
Kelder -1 (1 : 100)



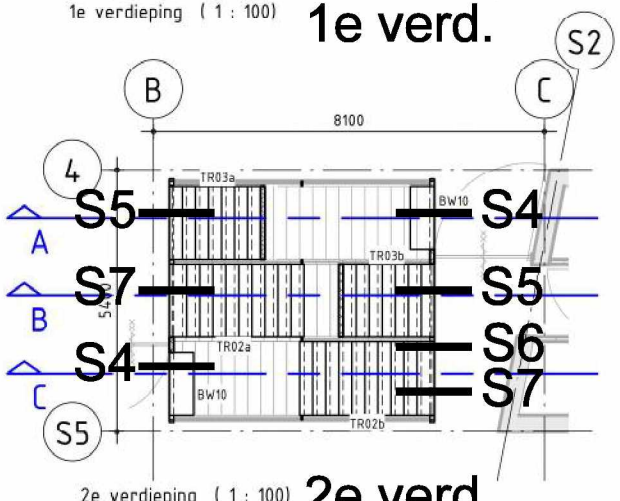
1e verdieping (1 : 100) 1e verd.



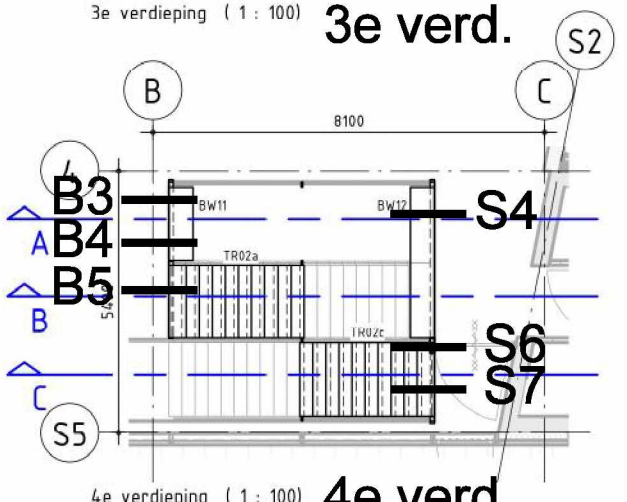
3e verdieping (1 : 100) 3e verd.



Begane grond (1 : 100) BG



2e verdieping (1 : 100) 2e verd.



4e verdieping (1 : 100) 4e verd.

OPLEGDETAILS TRAPPENHUIS

project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2
ordernummer:	1150249
onderdeel:	Trappenhuis - overzicht detailnummers
datum:	28 maart 2017 | A4 1:10 blad: | TRH-2A

GS MOESKOPS STAALBOUW B.V.
Kennedylaan 12 5.1.2.e Bergeijk
Postbus 36 5570 AA Bergeijk
0497 - 55 22 55
info@moeskops.com

bruil prefab
Postbus 10159 6000GD Weert
Tel. 088-8118300

Werk: Trappen Amveat

Onderdeel: Merkenoverzicht Hoofdtrap

Ordernr:

formaat: A3L schaal: 1 : 100

Blad: LP001

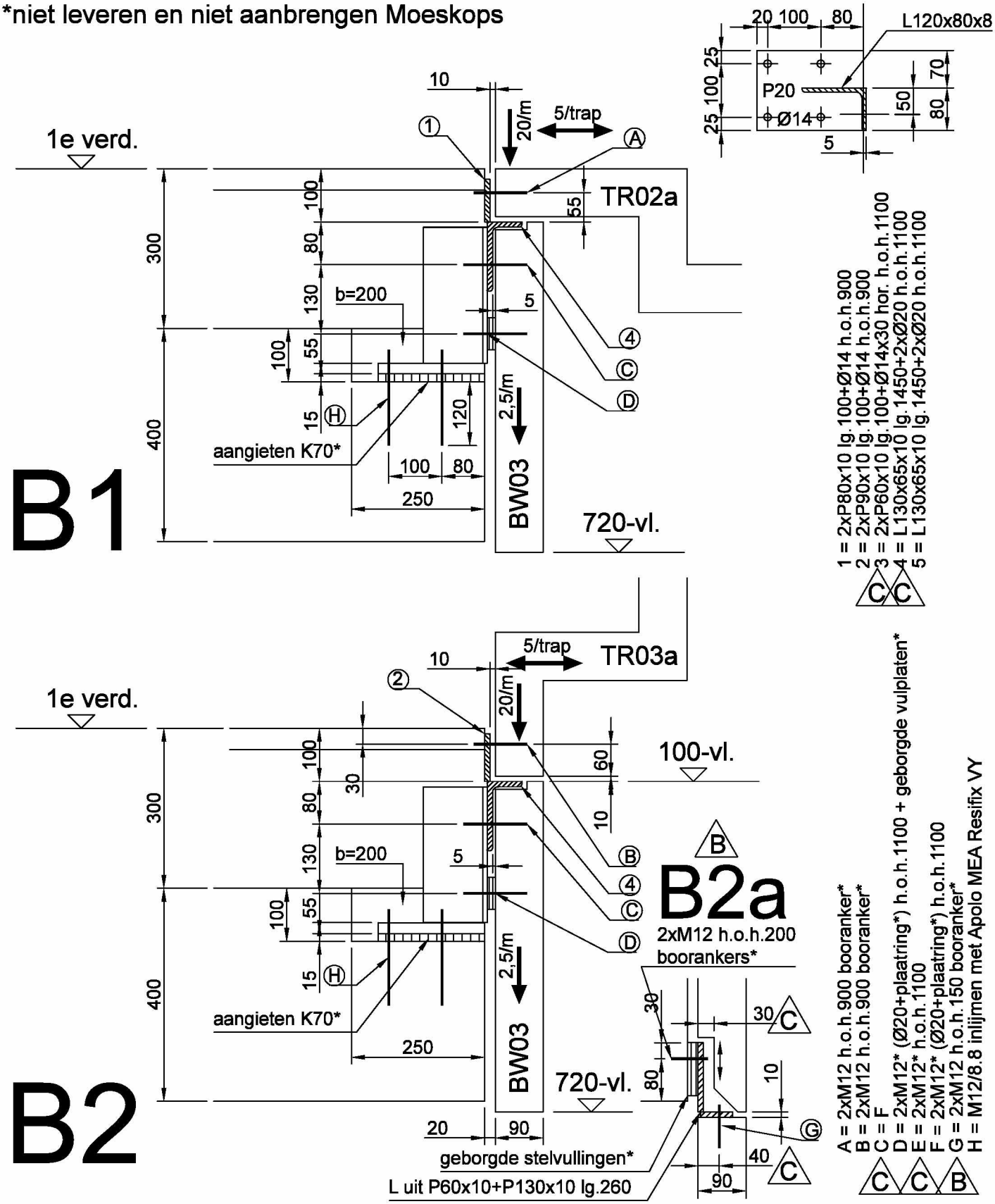
D			
C			
B			
A			
TC	01-11-2016	PKW	
Status	Datum	Getek.	

LEGPLAN

MOESKOPS STAALBOUW B.V.		project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2		
Kennedylaan 12 5.1.2.e Bergeijk	Postbus 36 5570 AA Bergeijk	ordernummer:	1150249		
0497 - 55 22 55	info@moeskops.com	onderdeel:	Trappenhuis - 1e verdieping - betonvloer		
		datum:	30 mrt 2017	A4 1:10 blad:	TRH-3C
		status:	definitief		

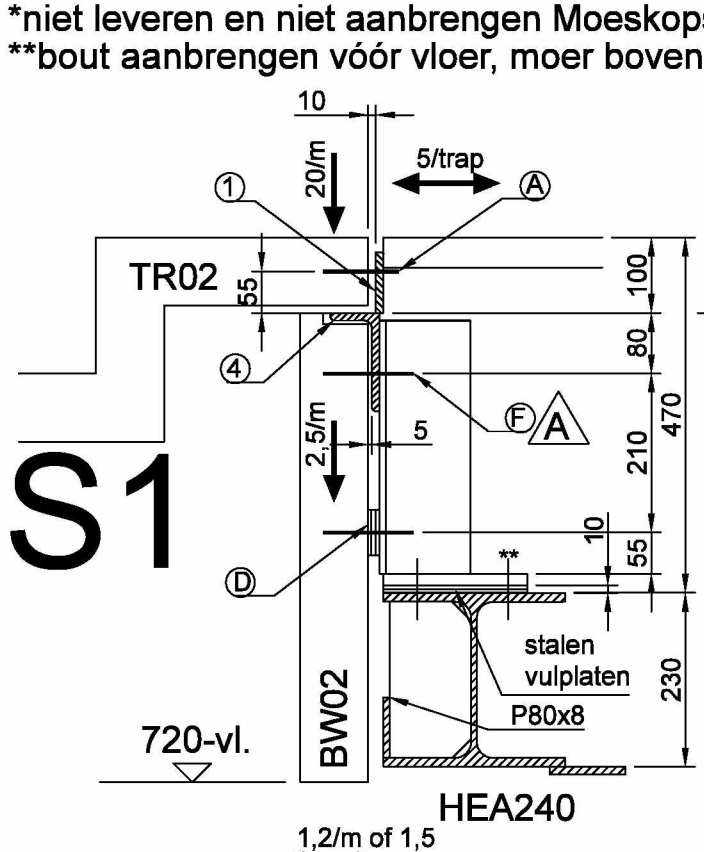
staalsoort:	S235 t.a.v.	uitvoering:	EXC2
bouten:	8.8, niet voorgespannen	conservering:	brandwerend coaten 60 min.
gaten:	normale ronde gaten t.a.v.		
lassen:	hoeklas a = 4 rondom	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

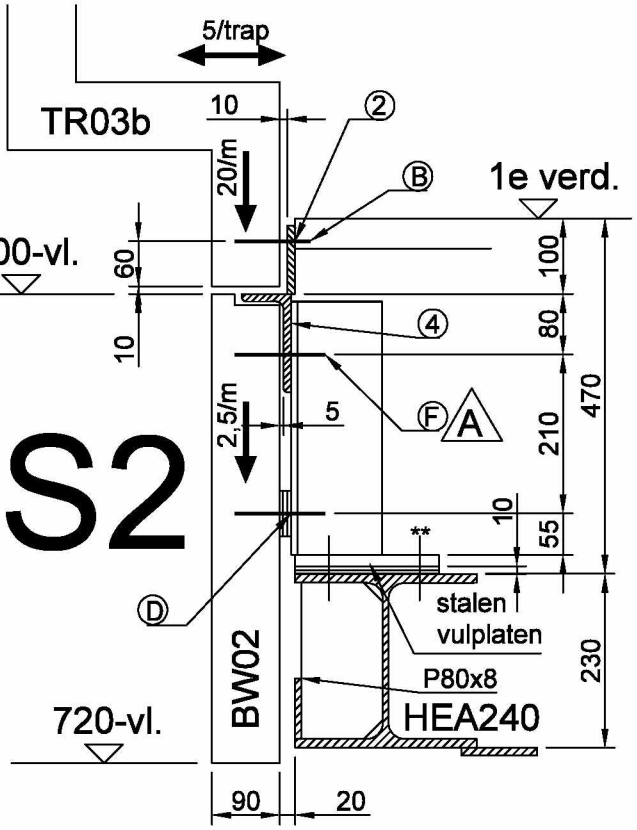
*niet leveren en niet aanbrengen Moeskops

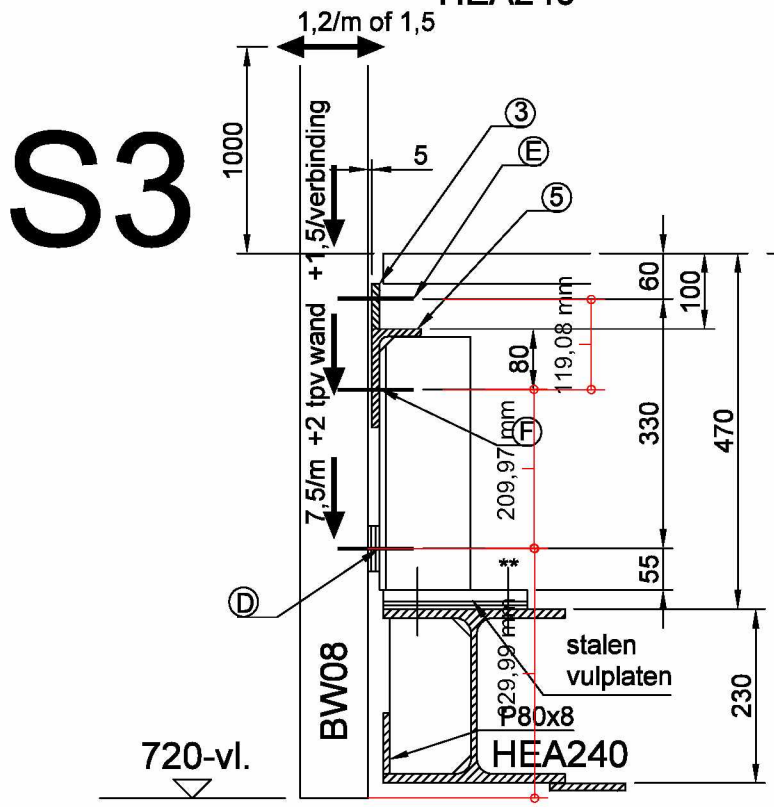


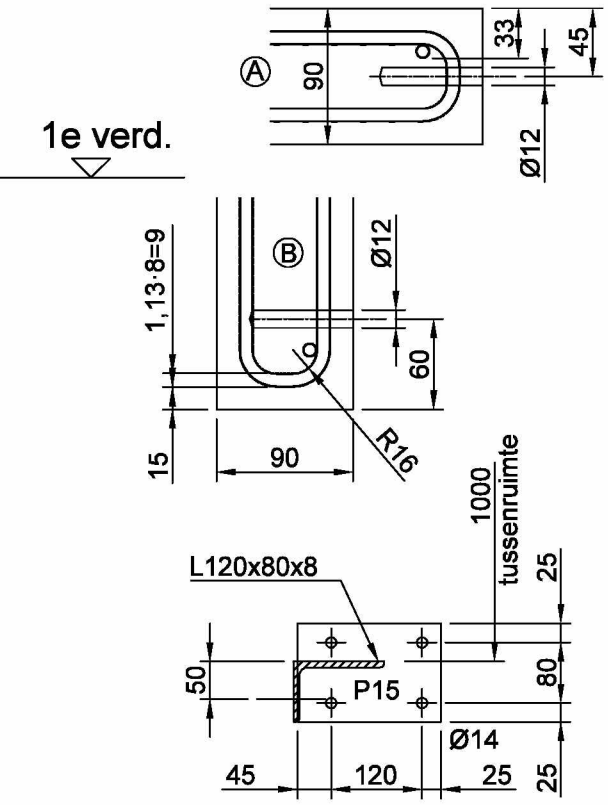
MOESKOPS STAALBOUW B.V. Kennedylaan 12 5.1.2.e Bergeijk Postbus 36 5570 AA Bergeijk 0497 - 55 22 55 info@moeskops.com		project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2		
		ordernummer:	1150249		
		onderdeel:	Trappenhuis - 1e verdieping - HEA240		
		datum:	30 mrt 2017	A4 1:10 blad:	TRH-4A
		status:	definitief		
staalsoort:	S235 t.a.v.	uitvoering:	EXC2		
bouten:	8.8, niet voorgespannen	conservering:	brandwerend coaten 60 min.		
gaten:	normale ronde gaten t.a.v.	renvooi:	zie blad TRH-3		
lassen:	hoeklas a = 4 rondom	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]		

*niet leveren en niet aanbrengen Moeskops
**bout aanbrengen vóór vloer, moer boven







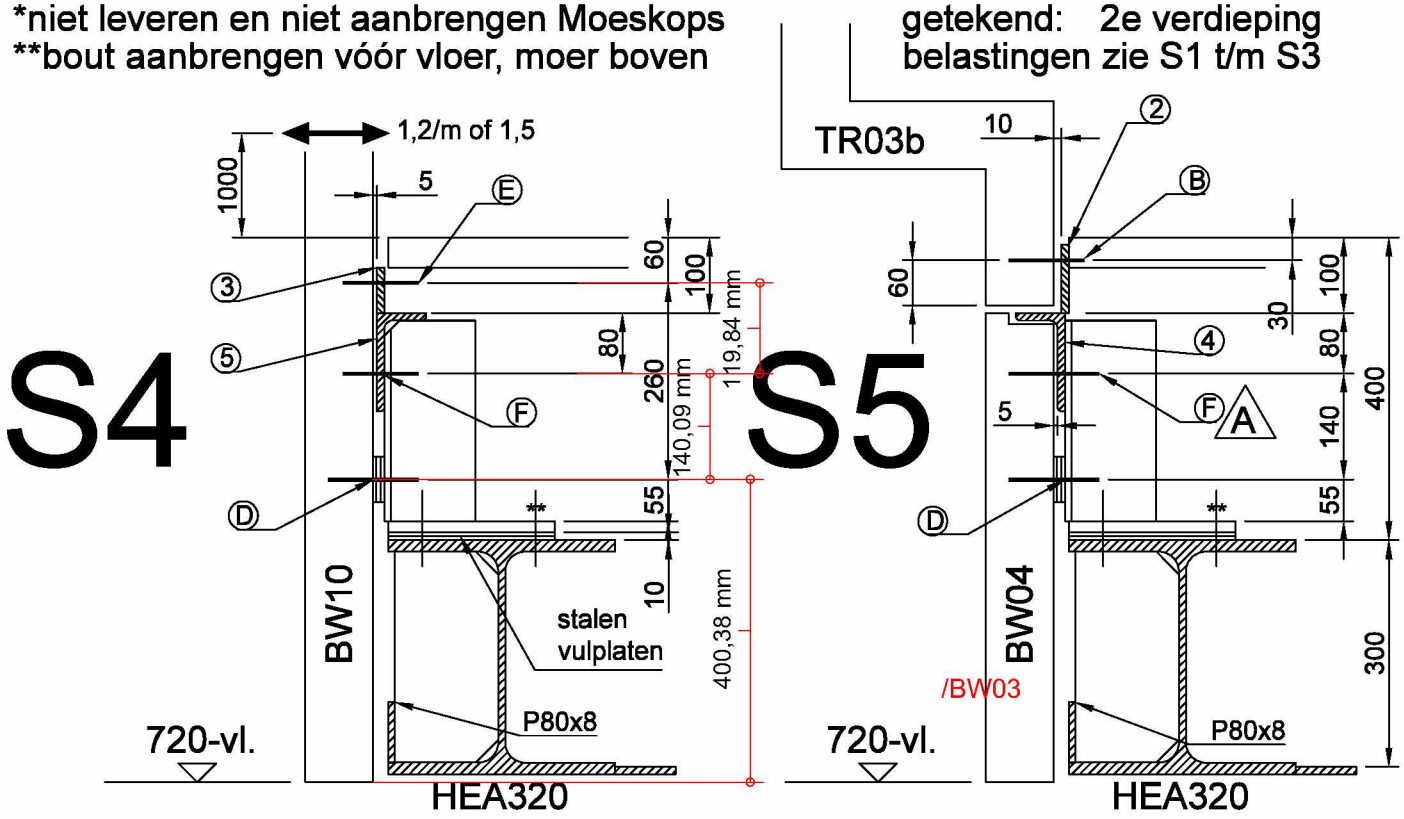


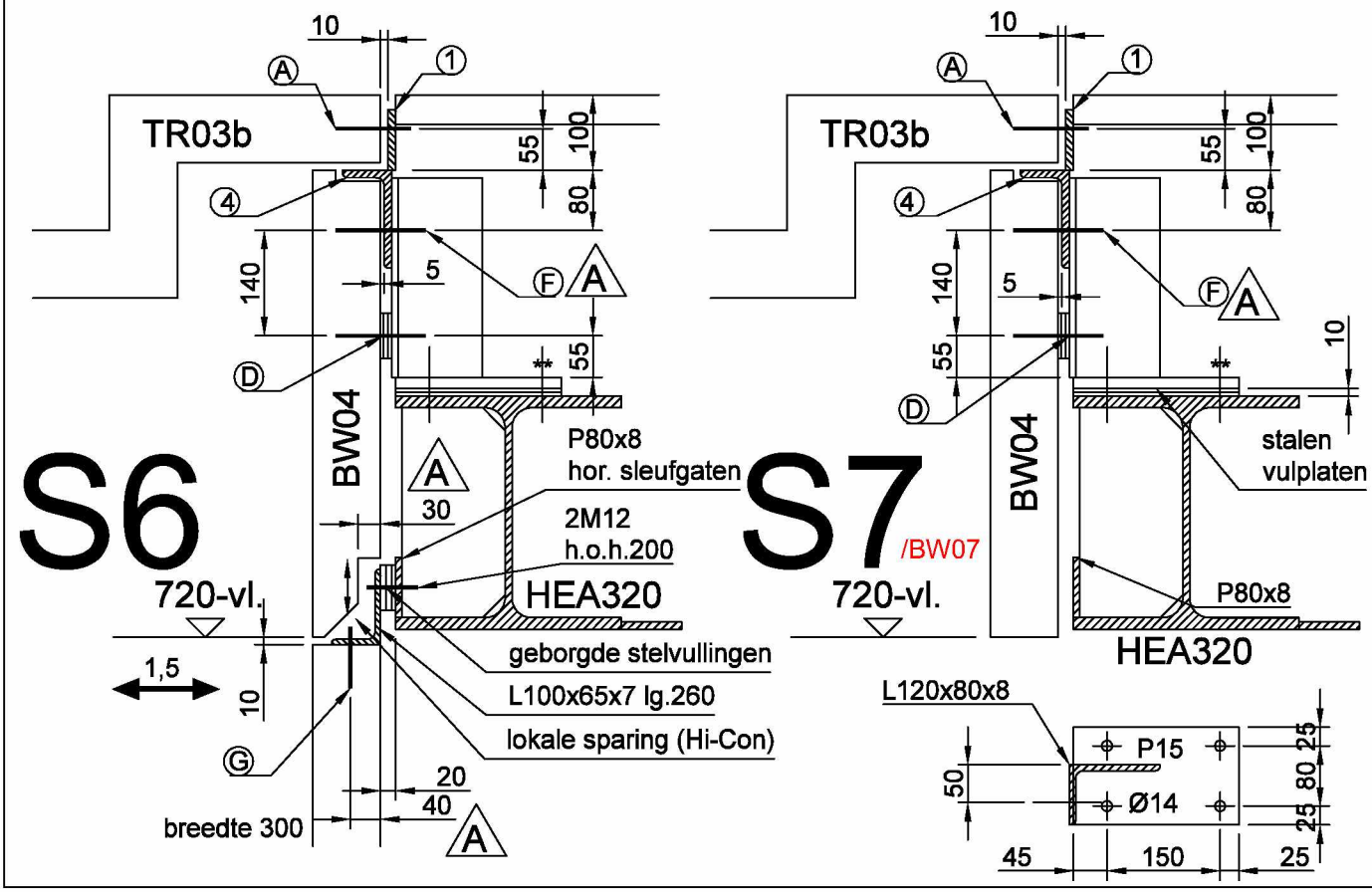
MOESKOPS STAALBOUW B.V. Kennedylaan 12 5.1.2.e Bergeijk Postbus 36 5570 AA Bergeijk 0497 - 55 22 55 info@moeskops.com	project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2		
	ordernummer:	1150249		
	onderdeel:	Trappenhuis - 2e / 3e / 4e verd. - HEA320		
	datum:	30 mrt 2017	A4 1:10 blad:	TRH-5A
	status:	definitief		

staalsoort:	S235 t.a.v.	uitvoering:	EXC2
bouten:	8.8, niet voorgespannen	conservering:	brandwerend coaten 60 min.
gaten:	normale ronde gaten t.a.v.	renvooi:	zie blad TRH-3
lassen:	hoeklas a = 4 rondom	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

*niet leveren en niet aanbrengen Moeskops
**bout aanbrengen vóór vloer, moer boven

getekend: 2e verdieping
belastingen zie S1 t/m S3



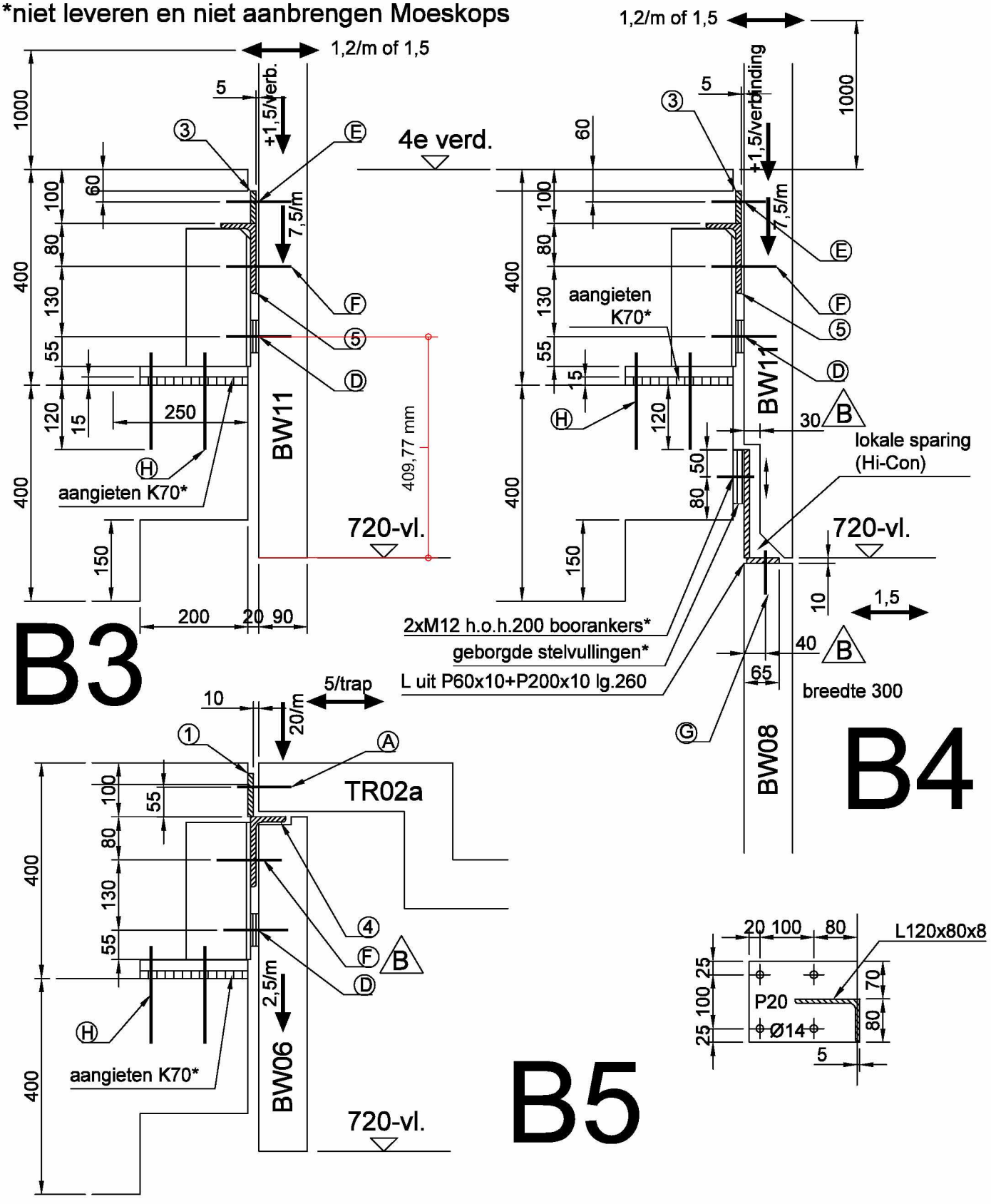


MOESKOPS STAALBOUW B.V.
Kennedylaan 12 Postbus 36 0497 - 55 22 55
5.1.2.e Bergeijk 5570 AA Bergeijk info@moeskops.com

project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2		
ordernummer:	1150249		
onderdeel:	Trappenhuis - 4e verdieping - betonvloer		
datum:	30 mrt 2017	A4 1:10 blad:	TRH-6B
status:	definitief		

staalsoort:	S235 t.a.v.	uitvoering:	EXC2
bouten:	8.8, niet voorgespannen	conservering:	brandwerend coaten 60 min.
gaten:	normale ronde gaten t.a.v.	renvooi:	zie blad TRH-3
lassen:	hoeklas a = 4 rondom	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

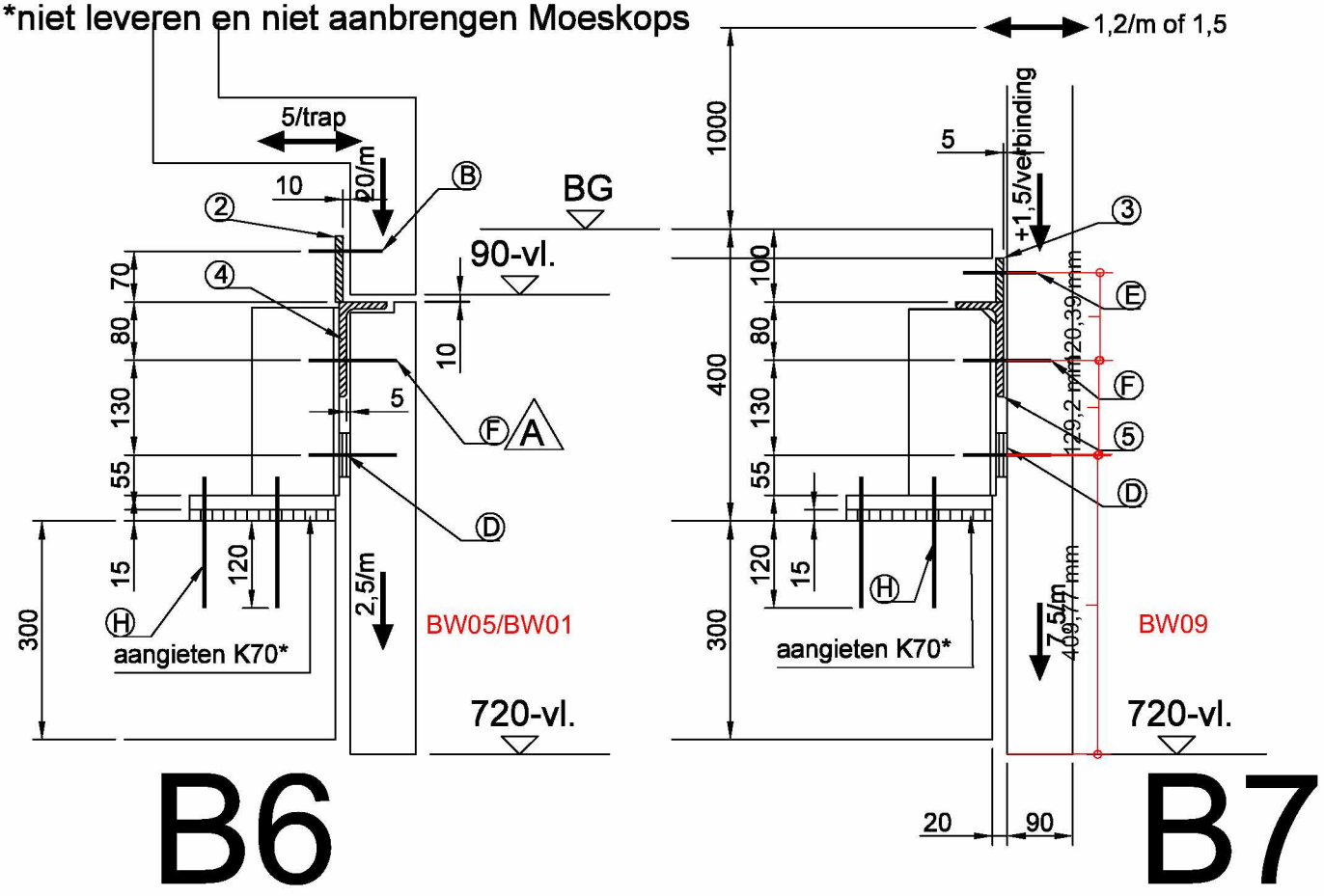
*niet leveren en niet aanbrengen Moeskops



MOESKOPS STAALBOUW B.V. Kennedylaan 12 5.1.2.e Bergeijk Postbus 36 5570 AA Bergeijk 0497 - 55 22 55 info@moeskops.com	project:	Cruquius Amsterdam - Kantoor kavel 1.2			
	ordernummer:	1150249			
	onderdeel:	Trappenhuis - begane grond - betonvloer			
	datum:	30 mrt 2017	A4 1:10 blad:	TRH-7A	
	status:	definitief			

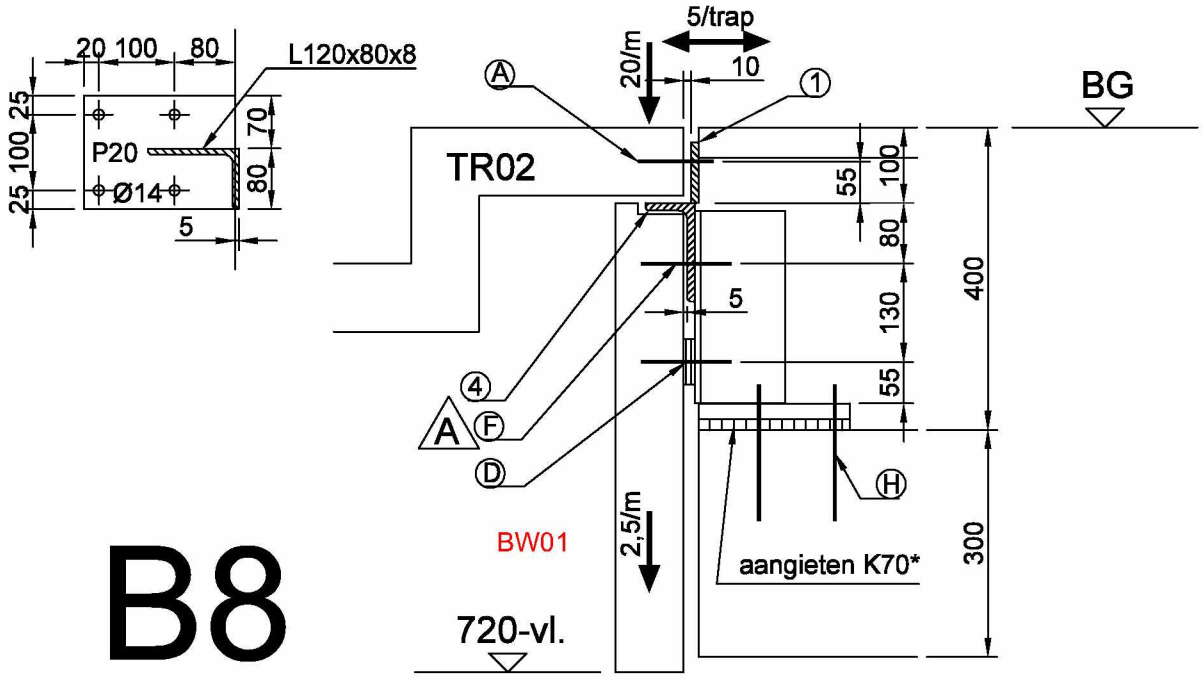
staalsoort:	S235 t.a.v.	uitvoering:	EXC2
bouten:	8.8, niet voorgespannen	conservering:	brandwerend coaten 60 min.
gaten:	normale ronde gaten t.a.v.	renvooi:	zie blad TRH-3
lassen:	hoeklas a = 4 rondom	krachten:	omhullende UGT [kN-kNm]

*niet leveren en niet aanbrengen Moeskops



B6

B7



B8