

Duurzaam brandbeveiligingsconcept voor project Kloosterboer

Bijlagen



S. Robijns
Utrecht, 13 oktober 2015

Bijlage 1

Materialen en rookontwikkeling

Er is onderzoek gedaan naar de schade van rook na een brand. Na een brand bestaat er naast de schade van de brand zelf ook schade door rook. Rook kan zich goed via kieren en kleine openingen verspreiden over een gebouw. De vraag die gesteld moet worden is of het nuttig is om materialen met een goede rookklasse toe te passen in de detaillering, om schade door rook te beperken. Dit om schade aan het hele gebouw te voorkomen, de continuïteit van het bedrijf in de overige compartimenten te garanderen en om schoonmaakkosten te verlagen.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is er contact opgenomen met Achmea divisie Schade en Inkomen. Er is gevraagd in hoeverre de schade van brand veroorzaakt wordt door brand en in welke mate de schade wordt veroorzaakt door rook. Rook verspreid zich snel over het gehele gebouw, waarna het schoongemaakt moet worden. In principe is rookschade goed schoon te maken, al is dit wel afhankelijk van de onderdelen die schoon gemaakt moet worden. Bijvoorbeeld: wanneer een grootleverancier van brood schade heeft door rook, dan moeten alle productiemachines ook schoon gemaakt worden. Wanneer er schade is door rook binnen een opslagloods met verpakte producten, is dat in vergelijking met de grootleverancier van brood relatief makkelijk schoon te maken. De contactpersoon van de afdeling Schade en Inkomen geeft aan dat wanneer het om een gesloten gebouw gaat, de kosten van schadeherstel van rook en roet vele malen groter is dan de herstelkosten van de verbrandde onderdelen (ca. 25%). Een gesloten gebouw is een gebouw met weinig gevel of dak openingen die bij brand de rook kunnen afvoeren. De inboedel wordt vaak total-loss verklaard, aangezien de schoonmaakkosten vaak hoger zijn dan de nieuwwaarde van de inboedel. De schoonmaakkosten zijn natuurlijk niet aanwezig wanneer een pand geheel afgebrand is. Het schoonmaken van de brand duurt weken. Wanneer een brandscheiding rook en roetdicht is zou er geen rook en roetschade in naastgelegen compartimenten moeten zijn. In werkelijkheid wordt vaak meegemaakt dat rook en roet zich toch via kieren en openingen naar naastgelegen compartimenten verspreid en er toch veel rook en roetschade in naastgelegen compartimenten is. Ook worden op dit moment (nog) geen eisen aan de rookwerendheid van scheidingsconstructies gesteld in Bouwbesluit 2012.

Binnen Nieman Raadgevende Ingenieurs is dezelfde vraag gesteld: is het nuttig om materialen met een goede rookklasse toe te passen in de detaillering of om een scheiding rook en roetdicht te maken, om schade door rook te beperken? De mening van verschillende medewerkers van Nieman is dat beperking van rook vooral nuttig is voor het veilig vluchten tijdens brand. In het Bouwbesluit worden ook alleen zwaardere eisen gesteld aan de rookklasse van materialen binnen vluchtwegen.

Naast de mening en kennis van anderen is er bedacht dat je de rookproductie van de materialen in het gebouw kan beperken, maar dat er geen eisen gesteld worden aan de inboedel van een gebouw. De inboedel van een gebouw kan een grote bijdrage leveren aan de rookproductie tijdens een brand (denk aan schuimen en plastics in meubels en vloerbedekking).

Aangezien de inboedel en opslag binnen een pand met een industriefunctie slecht te voorspellen is, en daardoor ook de rookproductie binnen een compartiment slecht te voorspellen is, wordt in dit onderzoek niet verder onderzoek gedaan naar het toepassen van materialen met een gunstige rookklasse. Het doel van een rook en roetdichte scheiding wordt vaak in werkelijkheid niet behaald door openingen en kieren in de scheiding die o.a. ontstaan door het verschillend vervormen van scheidingselementen. Om deze reden, en aangezien de omvang van het onderzoek niet te groot moet worden, is besloten om niet verder onderzoek te doen naar het toepassen van een rook- en roetdichte scheiding.

Bijlage 2

Theoretische achtergrond

Wet- en regelgeving

In Bouwbesluit 2012 worden eisen gesteld aan de toepassing van materialen met betrekking tot brandveiligheid. Er worden eisen gesteld aan constructieonderdelen en er wordt aandacht besteed aan inrichtings- en aankledingsmaterialen. De eisen zijn onder meer vastgelegd in brand- en rookklassen. Voor de aankleding worden eisen gesteld aan de brandbaarheid en navlamduur van materialen.

In de Woningwet staat dat de bouwkundige staat van een bouwwerk ten aller tijden hoger of gelijk moet zijn aan de staat van bestaande bouw van Bouwbesluit 2012. De gebouweigenaar en gebruikers moeten de brandveilige status in stand houden. Dit wordt ook wel de zorgplicht genoemd en geldt voor zowel het bestaande gebouw als bij verbouwingen en aanpassingen. Wanneer er bijvoorbeeld een gat wordt gemaakt in een brandscheiding om een aantal kabels doorheen te laten voeren, is de gebouweigenaar verantwoordelijk voor het brandwerend herstellen van de scheidingsconstructie.

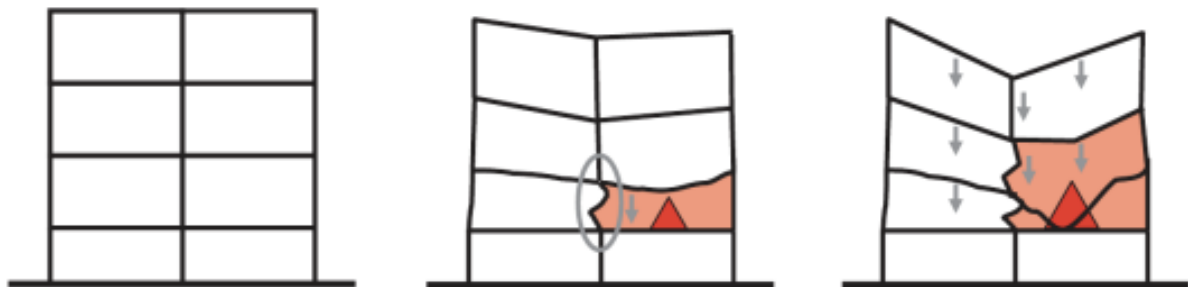
Classificatie van materialen en samengestelde constructieonderdelen

Bij het gebruik van materialen is het van belang om te kijken naar de uiteindelijke toepassing van het materiaal, ook wel “end use application” genoemd. Materialen worden afzonderlijk getest en in een brand- en rookklasse ingedeeld, maar er wordt ook getest op samengestelde constructies. Wanneer een materiaal op zichzelf weinig invloed heeft op de brand- en rookontwikkeling, wil dat nog niet zeggen dat er in combinatie met een achterconstructie geen onverwachte reacties kunnen optreden. Houten latten bevestigd op een steenachtige achterconstructie zullen zich anders gedragen dan wanneer ze in een luchtpouw worden toegepast. Het is daarom van belang om te controleren of een materiaal is getest in de constructie die toegepast gaat worden. Wanneer een materiaal voor een bepaalde toepassing is getest en gecertificeerd, kan dit certificaat niet zomaar voor elke (vergelijkbare) toepassing gebruikt worden.

Constructiegedrag

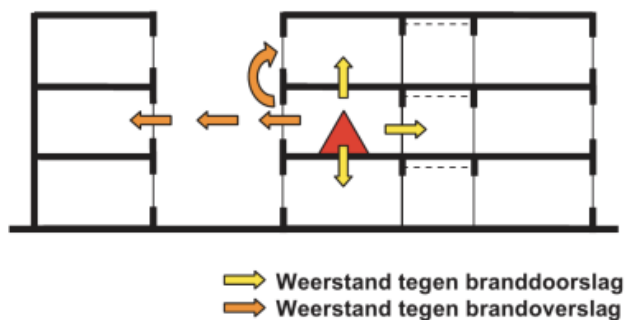
Er bestaan 2 soorten brandwerendheid op het gebied van constructiegedrag: het bezwijkgedrag van de dragende constructie en het faalgedrag van een scheidende functie.

Het bezwijken van de dragende constructie heeft betrekking op hoe lang het gebouw gedurende een brand blijft staan, zonder in te storten of zodanig te vervormen dat het de belasting niet meer kan houden. Het gebouw mag niet bezwijken terwijl er nog mensen het gebouw moeten verlaten. Ook moet de brandweer het gebouw kunnen ontruimen en doorzoeken. Er moet dus voldoende tijd zijn om te vluchten en de brandweer tijd te geven om het gebouw te doorzoeken. De eisen aan de brandwerendheid van de constructie worden gegeven in het Bouwbesluit, en wordt weergegeven in minuten. In figuur 11 wordt het gevolg van het bezwijken van een kolom schematisch weergegeven.



Figuur 11. Effect op de constructie na het bezwijken (vervormen/instorten) van 1 kolom. ⁽¹⁹⁾

Het faalgedrag van een scheidende constructie heeft te maken met het beschermen van het gebouw en personen tegen een snelle branduitbreiding. De brandwerendheid van een scheidende functie is de mate waarop de constructie een brand tegen kan houden. De eisen aan de brandwerendheid van een scheidingsconstructie worden gegeven in het Bouwbesluit. De eisen worden weergegeven in aantal minuten WBDBO. WBDBO staat voor “weerstand branddoorslag en brandoverslag”. Branddoorslag is de uitbreiding van brand binnendoor, dus via vloeren en wanden in het gebouw. Brandoverslag is de branduitbreiding buitenom, dus via (openingen in de) gevels van het gebouw (zie figuur 12).



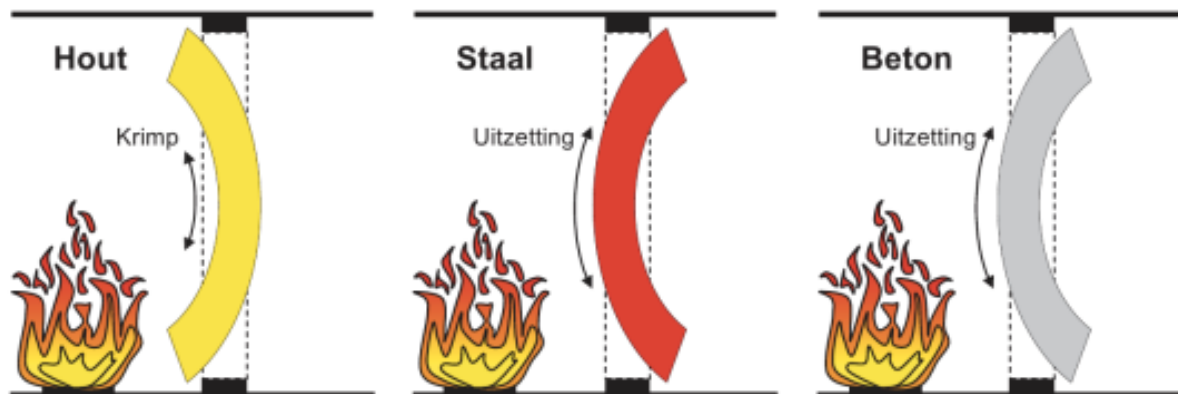
Figuur 12. WBDBO. ⁽¹⁹⁾

De brandwerendheid van een scheidende functie wordt bepaald door meerdere factoren:

- Het gebruik van materialen, en de brandwerende eigenschappen van deze materialen;
- Het gebruik van bevestigingsmiddelen en het aantal bevestigingsmiddelen;
- Onderlinge bevestiging en detaillering van de onderdelen;
- De aanwezige draagconstructie (wanneer deze vervormd, wat doen de elementen?).

Voorbeelden van elementen in een scheidende functie zijn: wanden, vloeren, doorvoeringen als kanalen en buizen, roosters, aansluiting en afdichting op andere wanden of vloeren, ramen en deuren.

Bij zowel het bezwijken van de draagconstructie, als het falen van de scheidingsconstructie is de vervorming van verschillende materialen een belangrijke factor. Veel toegepaste materialen zijn hout, staal(aluminium) en beton. In figuur 13 zijn de vervormingen van deze materialen bij brand weergegeven. ⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾



Figuur 13. Vervorming van hout, staal en beton. ⁽¹⁹⁾

Bezwijkgedrag van staalconstructies

Wanneer een stalen draagconstructie gedeeltelijk is afgeschermd van de brand ontstaat een ongelijkmatige temperatuurverdeling in het element. Door een ongelijkmatige temperatuurverdeling gaat het staal vervormen en trekt de constructie krom. Ook zet een staalprofiel uit bij verhitting. Naast het vervormen en uitzetten van de constructie nemen de stijfheid en de vloeigrens van staal af bij verhitting. Vanaf ca. 200°C neemt de stijfheid van staal af, vanaf ca. 400°C neemt de vloeigrens af. Bij het afnemen van de stijfheid zal het staal sneller vervormen. Bij het afnemen van de vloeigrens gaat het staal sneller plastisch vervormen, dit wil zeggen dat de constructie blijvend vervormd is.

Na het afkoelen van het staal bezit staal nog een groot deel (90%) van zijn oorspronkelijke sterkte.

Echter kunnen koudgevormde stalen onderdelen, zoals bouten en ankers, veel sneller hun sterkte verliezen en bij afkoeling niet meer terug krijgen. Vooral na het afkoelen van de constructie moeten verbindingen gecontroleerd worden om vast te kunnen stellen of het gebouw nog veilig is.

Het verkrijgen van voldoende brandwerendheid van een staalconstructie wordt vaak gedaan aan de hand van bescherming van het staal. Het staal kan beschermd worden door brandwerende mortels, opschuimende verf en coating of het gebruik van plaatmateriaal (zie figuur 14). ^{(19)(20) (21)}



Figuur 14. Het beschermen van een staalconstructie door het gebruik van brandwerende mortel, opschuimende verf of plaatmateriaal. ^{(15) (16)}

Bezwijkgedrag van betonconstructies

Wanneer een betonconstructie wordt blootgesteld aan een brand zullen er grote temperatuurverschillen ontstaan in de betondoorsnede, aangezien beton een slechte warmtegeleider is. Wanneer een betonvloer bijvoorbeeld aan de onderzijde verhit wordt, zal de onderzijde van de betonvloer flink heet worden terwijl de bovenzijde van de vloer laag in temperatuur blijft. Het verhitte deel van de constructie zal uitzetten, wat maakt dat de betonconstructie zal vervormen met de bolle kant naar het vuur toe (zie figuur 13).

Als gevolg van de vervorming zal de bolle, verhitte kant onder drukspanning komen te staan en zal de holle, koude kant onder trekspanning komen te staan. Deze trekspanning kan tot scheuren van het beton leiden, dit scheuren zal overigens veelal niet te zien zijn omdat het gebeurt in het koude gedeelte dat dieper in het beton is gelegen.

Beton is goed in het opnemen van drukkrachten, maar niet in het opnemen van trekkrachten. Om deze reden wordt beton gewapend, zodat het wapeningsstaal de trekkrachten op kan nemen. Om te voorkomen dat de betonconstructie bezwijkt moet de temperatuur van het staal in het beton voldoende laag blijven. Zoals al benoemd in bezwijkgedrag van staalconstructies gaat staal plastisch vervormen vanaf 400°C. Er wordt dan ook gesteld dat het wapeningsstaal niet warmer dan 400°C moet worden, om bezwijking te voorkomen. Des te dichter de wapening bij het betonoppervlak ligt, des te groter de kans op hoge temperaturen. Een grotere betondekking zorgt dan ook voor een lagere temperatuur rond de wapeningsstaven.

Beton bestaat uit water, grind, zand en cement. Het water in het beton heeft een grote invloed op de opwarming van het beton. Het water is aanwezig in diverse chemische en fysische verbindingen maar ook als vrij water in de poriën van het beton. Het verdampen van het water bij de opwarming van beton neemt veel energie op, waardoor de opwarming vertraagd wordt.

Door verhitting van het vocht in beton zal de druk in de poriën toenemen. Het water raakt aan de kook en wil verdampen. Verdamping kan alleen plaatsvinden wanneer er ruimte is voor de gevormde damp. Bij een lage waterdoorlatendheid van het beton kan de damp niet ontsnappen en ontstaat een te hoge druk in de poriën. De inwendige druk, in combinatie met de drukspanning door de uitzetting van het beton kan zorgen voor het spatten van beton (zie figuur 15). Bij het spatten van beton komen er kleine stukjes beton vrij van het betonoppervlak. Dit proces kan zich blijven herhalen (progressief spatten), waardoor uiteindelijk in totaal grote delen van het beton los hebben gelaten. Bij het afspatten van de stukjes beton kan de wapening in het beton bloot komen te liggen (zie figuur 15), wat kan leiden tot het bezwijken van de constructie.



Figuur 15. Spatten van beton. ⁽¹⁷⁾

Een andere variant is het explosief spatten van het beton. Bij deze variant spatten er geen kleine stukjes beton af maar wordt de druk dieper in het beton opgebouwd. Als gevolg van deze drukopbouw kan op explosieve wijze een groot deel van het beton, of zelfs een gehele doorsnede uit elkaar spatten.

Doordat beton een slechte warmtegeleider is koelt het beton na een brand langzaam af. Bij een door brand aangetaste betonconstructie is het vaak moeilijk te bepalen of de constructie bijna is bezweken of niet. Zoals eerder benoemd zijn scheuren in beton veelal niet te zien vanaf de buitenzijde. Daarnaast is het altijd een gok of het staal in de betonconstructie niet de maximale temperatuur heeft behaald en is gaan vloeien. Bij het langzaam afkoelen van de betonconstructie zal de gehele constructie krimpen en bestaat een kans dat de constructie alsnog bezwijkt.

De volgende aspecten werken mee aan een verbetering van het bezwijkgedrag:

- Vergroten van de betondekking;
- Toevoeging van polypropyleenvezels aan de betonmix;
- Beschermen van beton d.m.v. brandwerende spuitmortel, plaatmateriaal of opschuimende verf. ⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾

Bezwijkgedrag van houtconstructies

Net als beton is hout een slechte warmtegeleider en zal er in geval van brand een groot verschil in temperatuur ontstaan binnen de doorsnede van de houtconstructie.

Het hout wat wordt verhit ontleedt zich bij een temperatuur van ca. 250°C. De ontledingsgassen mengen zich met zuurstof uit de omgeving en verbranden. Bij het branden en ontleden van het hout wordt de doorsnede van de houtconstructie kleiner. De snelheid waarmee de doorsnede van de constructie af neemt wordt de inbrandsnelheid genoemd. De inbrandsnelheid is afhankelijk van o.a. de dichtheid van het hout. Bij massief hout varieert de inbrandsnelheid tussen 0,4 en 1,0 mm per minuut bij verhitting volgens de standaard brandkromme. Bij het verbranden van het hout wordt een koollaag gevormd, deze heeft een isolerende werking en kan de constructie beschermen tegen snel inbranden (zie figuur 16).



Figuur 16. Er ontstaat een koollaag bij de verbranding van hout. ⁽¹⁸⁾

Doordat het hout aan de verhitte zijde krimpt ten opzichte van de onverhitte zijde, vervormt de constructie met de holle kant naar het vuur (zie figuur 13). Hout vervormt dus de andere kant op dan staal- en betonconstructies.

Bij het inbranden van het hout neemt de doorsnede van de constructie af, wat er voor kan zorgen dat de constructie instort. Bij houtconstructies vinden geen grote (waarschuwend) vervormingen plaats en kan een constructie plotseling instorten.

De volgende toepassingen werken mee aan een verbetering van het bezwijkgedrag:

- Plaatmateriaal aanbrengen met lange schroeven;
- Opschuimende coating aanbrengen, waarbij gezorgd moet worden voor een goede hechting;
- Impregneren onder hoge druk. ⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾

Faalgedrag scheidings

Het falen van een scheidingsconstructie betekent dat de scheiding onvoldoende weerstand kan bieden tegen de uitbreiding van brand. Branduitbreiding kan optreden wanneer vlammen aan de onverhitte zijde van de scheidingsconstructie komen, of als de scheidingsconstructie te warm wordt of als de scheidingsconstructie te veel straling doorlaat. Of daadwerkelijk branduitbreiding optreedt is afhankelijk van de situatie. Wanneer er tegen de onverhitte zijde van de scheidingsconstructie brandbare voorwerpen zoals meubels staan, kunnen deze gaan mee branden. Wanneer er echter geen brandbare voorwerpen aan de onverhitte zijde staan zal er hoogstwaarschijnlijk geen branddoorslag optreden.

Vlammen, hete oppervlakken en straling aan de onverhitte zijde kunnen het gevolg zijn van een bestaande opening binnen de scheidingsconstructie of van het falen van de scheidingsconstructie. Bij het falen van de scheidingsconstructie kan het gevolg zijn 1 of een samenspel van de volgende onderwerpen:

- Het vervormen van de constructiedelen;
- Het wegvallen van constructiedelen;
- Het branden van constructiedelen;
- Warmtegeleiding en het doorlaten of uitzenden van straling door constructiedelen.

De richting en mate van de vervorming of uitzetting van constructiedelen is een belangrijk component binnen het falen van scheidingsconstructies (zie figuur 17). Wanneer gebruik wordt gemaakt van verschillende materialen moet er rekening gehouden worden met verschillende uitzettingen en vervormrichtingen. Belangrijke onderdelen binnen de vervorming van een constructie zijn: drukverschillen, verschil in opwarming, verschil in bewegingsvrijheid van de verschillende materialen en het verschil in afmetingen.



Figuur 17. Het vervormen van een houten deur(links) en een stalen deur(rechts). ⁽¹⁹⁾

Het wegvallen van constructiedelen kan ontstaan door: het smelten van de constructie, het wegzakken van constructiedelen door smelting, het door-, in- of wegbranden van constructiedelen of het wegvallen van de constructie door onvoldoende bevestiging. Het wegvallen door onvoldoende bevestiging kan ontstaan doordat de onderconstructie of het bevestigingsmateriaal door-, in- of wegbrand, het smelten (plastisch worden) van de bevestiging of de onderconstructie en het losspringen van bevestigingen.

Het branden van constructiedelen kan ontstaan door het gebruik van brandbare materialen. Het lijkt een slechte keus om in scheidingsconstructies brandbare materialen te gebruiken. Dit blijkt echter toch vaak te gebeuren, materialen worden namelijk gekozen op basis van verschillende criteria: uiterlijk, functionaliteit (bijv. geluidwerendheid of isolerende waarde), kosten etc.

Warmtegeleiding en het doorlaten of uitzenden van straling door constructiedelen kan zorgen voor branduitbreiding wanneer er brandbare voorwerpen tegen de onverhitte zijde van de scheidingsconstructie zijn geplaatst. Ook wanneer de brandbare voorwerpen niet tegen maar wel nabij de scheiding staan kan branduitbreiding plaatsvinden door straling.

Bij een hoge oppervlaktetemperatuur aan de onverhitte zijde van de scheidingsconstructie is sprake van geleiding door constructies met een hoge warmte geleidingscoëfficiënt zoals metalen.

Een hoge uitgezonden stralingstemperatuur aan de onverhitte zijde van de scheidingsconstructie kan het gevolg zijn van een hoge oppervlaktetemperatuur of van het doorlaten van warmtestraling van de brand (bijv. bij glas).

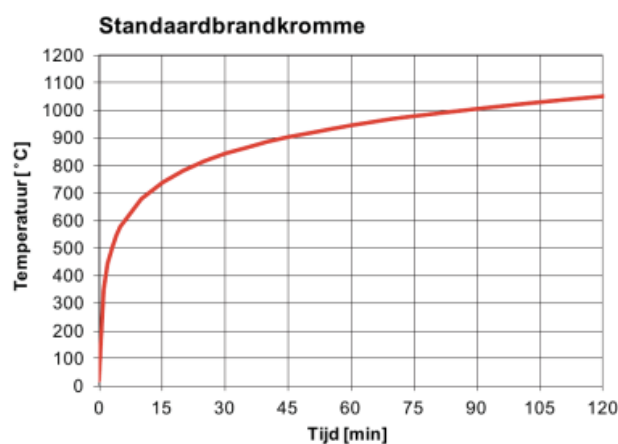
Het falen van de scheidingsconstructie is een samenloop van omstandigheden en kan afhankelijk zijn van veel verschillende factoren binnen de constructie.

Het gedrag van een scheidingsconstructie wordt beoordeeld aan de hand van een van de volgende manieren: door een brandproef/test of door een berekening.

De berekening wordt gedaan bij constructies die bestaan uit standaard constructiematerialen zoals staal, hout of beton. De berekeningen worden vooral toegepast op vloeren, wanden en kolommen.

Bij het beoordelen door middel van een brandproef wordt de (scheidings)constructie tegen, in of op een oven geplaatst waarna de oven de temperatuurverloop van een brand nabootst. Meestal wordt hiervoor de oven opgestookt volgens de standaard brandkromme (zie grafiek 5), maar er bestaan ook andere brandkrommen. Binnen elke brandkromme wordt een flashover nagebootst en volgt hierna een volledig ontwikkelde brand.

Ook loopt de temperatuur binnen 15 minuten op tot minstens 700 graden. Bij een flashover in een ruimte gaat de groeifase over in de brandfase. Tijdens een flash-over is de temperatuur in de rooklaag zo hoog dat de stralingstemperatuur van die rooklaag alle brandbare materialen, inclusief de rooklaag, via ontleding tot ontbranding brengt. Dit gebeurt in ongeveer 10 – 30 seconden, waarbij de rooklaag een temperatuur van 500 – 600°C heeft. ^{(19)(20) (21)}



Grafiek 5. Standaard brandkromme. ⁽¹⁹⁾

Klassen binnen constructiegedrag

Bij het klasseren, ook wel classificeren genoemd, worden de prestaties van een product volgens een afgesproken systeem ingedeeld in klassen. De classificatie is een combinatie van letters en cijfers zoals bijvoorbeeld EW30 en EI60. De cijfers geven de tijd aan waarbinnen bepaalde criteria niet worden overschreden. De tijd wordt naar beneden afgerond op 1 van de volgende getallen (minuten): 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 240 of 360.

De letters geven een criteria (eigenschap) aan, waarop de constructie getest wordt. De internationaal gebruikte letters zijn:

- R: Dragende functie
- E: Vlamdichtheid
- I: Thermische isolatie
- W: Straling
- C: Zelfsluitendheid
- G: Weerstand tegen een schoorsteenbrand
- K: Bescherming door een toplaag
- S: Lekkage van rook
- M: weerstand tegen impact.

Het verschilt per land welke eigenschappen worden gebruikt om te testen. In Nederland worden constructies alleen beoordeeld op eigenschap R, E, I en W.

Bijvoorbeeld: glas met de klasse EI30 heeft 30 minuten aan de criteria thermische isolatie en vlamdichtheid voldaan. ^{(19)(20) (21)}

Om te kunnen bepalen aan welke criteria een scheidingsconstructie moet voldoen, moet gekeken worden naar de NEN verwijzing in het Bouwbesluit 2012. In het Bouwbesluit wordt bij de WBDBO eisen verwezen naar NEN 6068 “bepaling van de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag tussen ruimten”. In NEN 6068 wordt voor de beproeving en klassering van de brandwerendheid van bouwonderdelen en bouwproducten verwezen naar NEN 6069. In NEN 6069 wordt per scheidingsconstructie in een tabel aangegeven aan welke criteria de scheidingsconstructie moet voldoen, zie tabel 1.

Tabel 2 — Beoordelingscriteria per bouwdeel

Bouwdeel	criteria
a Binnenwanden rondom brandcompartimenten met uitzondering van f, aan te vullen met d	
a.1 Wanden rondom brandcompartimenten met uitzondering van a.2, a.3 en a.4.	(R)EI
a.2 Wanden tussen een brandcompartiment en een extra beschermde vluchtroute met uitzondering van a.5. Zie figuur 1.	(R)EW
a.3 Wanden tussen een brandcompartiment en een brandvrije verkeersroute (zie 3.2) met uitzondering van a.4 en a.5. Zie figuren 2 en 3.	(R)EW
a.4 Wanden die een overgang vormen tussen a.1 en a.3 over een lengte van ten minste 4 m. Zie figuren 2 en 3.	(R)EI
a.5 Wanden rondom PGS-ruimten.	(R)EI
b Bouwdelen rondom beschermde subbrandcompartimenten met uitzondering van f, aan te vullen met d	(R)EW
c Bouwdelen tussen een subbrandcompartiment en een andere besloten ruimte in hetzelfde brandcompartiment	(R)E
d Veilig vluchten De eisen voor veilig vluchten zijn aanvullende eisen en gelden alleen indien de criteria aan de wand op grond van andere eisen EW zijn. Indien de criteria EI zijn, gelden de aanvullende eisen in d.1 en d.2 niet. Indien tussen de ruimte waaruit wordt gevlucht en het trappenhuis een sluis aanwezig is, gelden deze eisen niet voor de scheidingsconstructie tussen de sluis en het trappenhuis. OPMERKING 1 De combinatie van de criteria in a of b en d (EW 60 + EI 15 of EW 30 + EI 15) is voldoende veilig indien mensen de ruimte niet meer dan 30 min hoeven te kunnen gebruiken. OPMERKING 2 De tijd die een ruimte wordt gebruikt op grond van de opvang- en doorstroomcapaciteit kan worden bepaald volgens NEN 6089 of volgens de bouwregelgeving. OPMERKING 3 Deze aanvullende eisen gelden niet voor de deurconstructie, behalve de glaspanelen in de zijlichten.	
d.1 Scheidingsconstructie rondom een ruimte waar mensen meer dan 3,5 min moeten kunnen wachten op grond van de opvang- en doorstroomcapaciteit, met uitzondering van vluchtrappenhuizen. Dit criterium geldt naar de vluchtroute, voor maximaal 15 min (EI 15).	(R)EI 15
d.2 Scheidingsconstructie rondom een ruimte waardoor mensen meer dan 6 min moeten kunnen vluchten op grond van de opvang- en doorstroomcapaciteit. Dit criterium geldt naar de vluchtroute, voor maximaal 15 min (EI 15).	(R)EI 15
e Bouwdelen tussen of in verkeersroutes met uitzondering van f OPMERKING Voor deze bouwdelen zijn nog geen criteria aangegeven. Deze worden bepaald in NEN 6069/A1 (in ontwikkeling).	
e.1 Bouwdelen tussen onafhankelijke, al dan niet beschermde, vluchtroutes met uitzondering van e.2.	
e.2 Bouwdelen tussen onafhankelijke brandvrije verkeersroutes.	
e.3 Bouwdelen in (extra) beschermde vluchtroutes in de vluchtrichting.	(R)E
f Afschottingen Deel van de scheidingsconstructie boven het plafond of onder een verhoogde vloer, inclusief eventuele doorvoeringen. OPMERKING Boven een verlaagd plafond en onder een verhoogde vloer kan zich stof verzamelen zodat stofexplosies mogelijk zijn.	(R)EI

Zie vervolg

Tabel 2 (einde)

Bouwdeel	criteria
g Doorvoeringen, naden, schachtwanden en schachtvloeren	EI
h Buitenwanden OPMERKING Voor buitenwanden zijn nog geen criteria aangegeven. Deze worden in een later stadium bepaald. Tot het zover is, is bijlage A van toepassing.	
i Deurconstructies met uitzondering van c, e, f en j	
i.1 Deurconstructies met uitzondering van i.2 en i.3	EW
i.2 Deurconstructies van PGS-ruimten en ruimten mede voor de opslag van brandgevaarlijke stoffen en stoffen die bij brand gevaar opleveren, in een wand met criteria (R)EI.	EI₁
i.3 Deurconstructies met een breedte groter dan 6 m., in een wand met criteria (R)EI.	EI₂
j Glaspanelen in zijlichten met uitzondering van c, e en f, aan te vullen met d	
j.1 Glaspanelen in zijlichten met een maximale breedte van 1,5 m, in een wand met criteria (R)EI.	EW + EI₂ 15
j.2 Glaspanelen in zijlichten met een maximale breedte van 1,5 m, in een wand met criteria (R)EW.	EW
j.3 Het deel van het zijlicht dat breder is dan 1,5 m per zijde moet worden beoordeeld als binnenwand als onder a of b.	
k Luiken met uitzondering van c en f, aan te vullen met d	
k.1 Luiken met uitzondering van k.2.	EW
k.2 Schachtluiken en vloerluiken.	EI₂
l Rookafvoerkanalen en rookleppen in RWA-installaties	
l.1 Bij indirecte afvoer ('multi compartment duct' volgens 3.5 van NEN-EN 13501-4)	EI
l.2 Bij directe afvoer ('single compartment duct' volgens 3.4 van NEN-EN 13501-4)	E₆₀₀
m Vloeren met uitzondering van b en c	REI
n Daken OPMERKING Voor daken is een klassering warmtestraling (W) niet mogelijk. Daarom zijn voor daken de criteria RE van toepassing.	RE

Tabel 1. Overzichtstabel aan welke criteria verschillende constructieonderdelen moeten voldoen.

Materiaalgedrag

Het brandgedrag van (bouw)materialen heeft een grote invloed op de ontwikkeling van een brand. Bij het bepalen van het brandgedrag wordt bepaald met welke snelheid en in welke richting de verbranding van het product zich ontwikkelt, en hoeveel warmte en rook bij deze verbranding wordt ontwikkeld. Wanneer er veel warmte wordt ontwikkeld bij de verbranding van een product kan dit zorgen voor de ontsteking van andere materialen in de omgeving. De bepaling van de rookontwikkeling is van belang voor het veilig kunnen vluchten.

Het brandgedrag van materialen is afhankelijk van eigenschappen van het product en de toepassing van het product. In dit hoofdstuk zal ingegaan worden op het brandgedrag van vaste stoffen, dus materialen en producten. Een materiaal bestaat uit één stof of uit een gelijkmatig verdeeld mengsel van meerdere stoffen (bijv. steenwol, hout, metalen). Een product is een element dat kan bestaan uit verschillende materialen en wordt toegepast in de bouw, zoals een sandwichpaneel. In dit hoofdstuk zullen materialen en producten beiden als product worden genoemd. Het brandgedrag wordt in de meeste gevallen getest als plaatvormige producten, zoals plafondplaten, met eenzijdige verhitting bij aanvang van de test.

Het brandgedrag van producten is afhankelijk van de eigenschappen van het materiaal of de samenstelling daarvan zelf en de toepassing van het product.^{(19)(20) (21)}

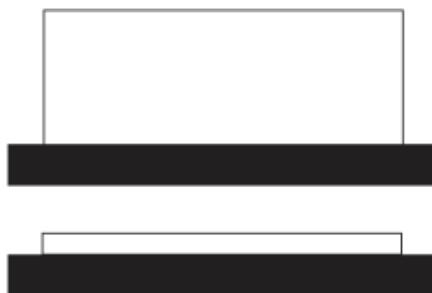
Invloed van eigenschappen van producten op het brandgedrag

De volgende eigenschappen van producten beïnvloeden het brandgedrag van dat product:

- Dikte;
- Dichtheid;
- Kleur van het oppervlak;
- Toplaag;
- Chemische samenstelling;
- Afmeting en opbouw (vorm, aantal lagen/delen, hechting etc.);
- Vochtgehalte.

In onderstaande alinea's worden bovenstaande eigenschappen toegelicht.

De dikte van een product heeft invloed op de snelheid van opwarming van het product. Bij de ontsteking van het oppervlak, wordt warmte afgevoerd naar de koude zijden van het product, in dit geval de zijkanten van een plaat. Bij een dunne plaat is de oppervlak van de zijkanten van het product kleiner dan bij een dikkere plaat. Een dikkere plaat kan dan meer warmte afvoeren, waardoor een product minder snel opwarmt (zie figuur 18). Daarnaast kan een dunner product sneller doorbranden en eventueel los raken van de bevestiging. Bij het loslaten van het product kan de achterzijde mee gaan branden. Aan de andere kant kan het loslaten van de plaat er ook voor zorgen dat de plaat zich onttrekt aan de vlammen, en uit zichzelf dooft.



Figuur 18. Dikte beïnvloed het brandgedrag van een product.⁽¹⁹⁾

De dichtheid van een materiaal heeft vooral invloed op de opwarmingssnelheid en de hoeveelheid warmte (verbrandingswarmte in energie) dat geproduceerd wordt. Een product met een grote dichtheid warmt langzaam op. Aan de andere kant heeft een product met een grote dichtheid een grotere massa, en zal er dus meer warmte geproduceerd worden dan bij een vergelijkbaar product met een lagere dichtheid.

De kleur van het oppervlak van een product heeft voornamelijk invloed op de opwarmingssnelheid van het product. Donkere, matte materialen absorberen licht goed. Over het algemeen valt te zeggen dat producten die licht goed absorberen, ook stralingswarmte goed absorberen. Lichte, reflecterende producten warmen dus minder snel op.

Een toplaag kan een product beschermen, dit is vooral gunstig wanneer de onderlagen brandbaar zijn. Een toplaag is in dit geval vooral van belang voor het beschermen van de onderlagen tegen de vlammen en bescherming tegen het uittreden van ontledingssgassen. Andersom kan een toplaag voor bijvoorbeeld architectonische doeleinden zeer brandbaar zijn en een negatief effect hebben op de (nauwelijks brandbare) onderlagen. Voor een toplaag gelden alle behandelde eigenschappen (dikte, dichtheid etc.) ook van belang zijn voor het brandgedrag van het totale product. Ook de profilering van het oppervlak van de toplaag heeft een invloed op het brandgedrag. Een ruw oppervlak heeft in totaal een groter oppervlak dan een glad oppervlak, er kan dus meer warmte worden opgenomen waardoor het product sneller opwarmt, ook is het verbrandingsoppervlak groter. Een ruw oppervlak is daarom ongunstiger dan een glad oppervlak (zie figuur 19).



Figuur 19. Een toplaag beïnvloed het brandgedrag van een product. ⁽¹⁹⁾

De chemische samenstelling van de materialen in een product heeft zeer veel invloed op het brandgedrag. Aangezien het aantal mogelijkheden zo groot is, valt er weinig algemeen te zeggen over de invloed van de samenstelling op het brandgedrag. Wel kan gesteld worden dat een materiaal met een laag percentage organisch materiaal nauwelijks brand.

Bij de verbranding van materialen, mengen de ontledingssgassen zich met zuurstof uit de omgeving. Bij materialen met zuurstof in de verbinding is de vermenging met zuurstof uit de omgeving niet meer nodig en verloopt de verbranding sneller en vaak explosief, zoals bijvoorbeeld bij explosieven en vuurwerk.

De opbouw van een product uit verschillende materialen en de verbinding tussen die materialen heeft veel invloed op het brandgedrag van het product. Ook binnen deze eigenschap bestaat een groot aantal mogelijkheden. Bij het gebruik van lijm om verschillende lagen of materialen te verbinden is de brandbaarheid sterk afhankelijk van de verwerking van de lijm en de brandbaarheid van de lijm. Bij het eventueel loslaten van de lagen wordt het brandbaar oppervlak aanzienlijk groter.

De zijkanten van gelaagde producten hebben vaak een heel ander brandgedrag dan de boven en onderzijde van het plaatmateriaal. Voor het gebruik is het daarom van belang om te weten of de zijkanten van de plaat bereikbaar zijn bij een brand, zie figuur 20.



Figuur 20. De chemische samenstelling van een product beïnvloed het brandgedrag.⁽¹⁹⁾

Bij vochtige producten gaat de opwarming minder snel dan bij droge producten. Dit komt doordat het vocht in het product opwarmt en verdampt. Bij het klasseren van producten op brandgedrag worden de producten daarom eerst geconditioneerd. Het product ligt voor een tijd in een ruimte met een vaste temperatuur en vochtgehalte, tot het product daarmee in evenwicht is (niet meer af- of toeneemt in gewicht).

Voor veel eigenschappen zijn er te veel mogelijkheden en variaties in samenstellingen mogelijk. Bijna elke eigenschap heeft een voor- en een nadeel. Het is daarom moeilijk te zeggen welke eigenschappen goed en welke eigenschappen slecht zijn m.b.t. het brandgedrag van het product.^{(19)(20) (21)}

Invloed van de toepassing van het product op het brandgedrag

De toepassing van een product beïnvloed het brandgedrag van een materiaal. De volgende onderdelen hebben invloed op het brandgedrag:

- Ondergrond of constructie waar het product aan wordt bevestigd;
- De wijze van bevestiging;
- Aanwezigheid van naden en voegen;
- Aanwezigheid van een luchtsponw;
- Oriëntatie van het product (zijde en manier van verhitting).

In onderstaande alinea's wordt de invloed van bovenstaande onderdelen op het brandgedrag toegelicht.

De ondergrond waar het product aan bevestigd wordt heeft invloed op het brandgedrag omdat de ondergrond bepalend is voor hoeveel warmte het product kan afgeven. Voor de ondergrond vormen vrijwel dezelfde eigenschappen de bepaling van het brandgedrag: de dikte, warmtecapaciteit, warmtegeleiding, vervorming en verbrandingswarmte. Bij een grotere dikte, dichtheid, warmtecapaciteit en warmtegeleiding kan het product wat aan de ondergrond bevestigd is veel warmte afgeven aan de ondergrond. Hierdoor zal de opwarming van het product lager zijn. Aan de andere kant, wanneer de ondergrond mee gaat branden, zorgen de dikte en dichtheid voor een grotere bijdrage aan de brand.

Wanneer de ondergrond sterk vervormd kunnen grote gaten en kieren zorgen voor een slechte warmteoverdracht tussen het product en de ondergrond. Ook kunnen, in het geval van een luchtsponw, vlammen achter het product komen, waardoor het aan beide zijden wordt verhit.

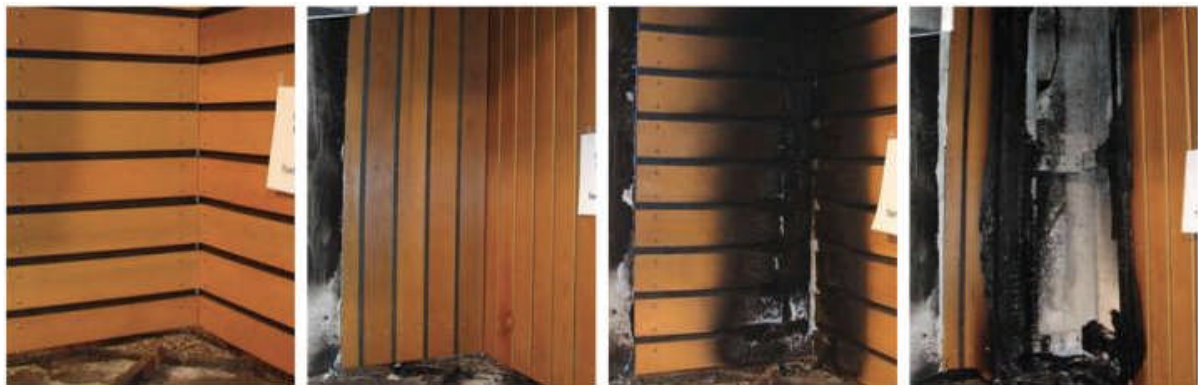
De bevestiging van het product bepaald of het product tijdens een brand op zijn plek blijft, loslaat, scheurt, breekt of vervormd. De gevolgen hiervan kunnen zijn dat het brandgedrag verbeterd of verslechterd doordat de onderconstructie of lagen van het product bloot komen te liggen. Wanneer de ondergrond of de lagen in het product een betere brandbaarheid hebben dan de buiten laag van het product zal het brandgedrag verbeteren. Ook kan er een groter brandbaar oppervlak ontstaan wanneer de vlammen de binnenkant, achterzijde of onderconstructie ontsteekt. Ook kan er meer zuurstof inmengen door meer ruimte tussen de producten, waardoor het vuur vergroot.

Bij de bevestiging moet aandacht gegeven worden aan de type bevestiging (schroeven, nagels, spijkers, lijm etc.), de grootte, de aantallen en de plaatsen van de bevestiging. Spijkers zijn over het algemeen beter dan nagels en spijkers. Nagels en spijkers kunnen, bij verhitting en dus uitzetting van een materiaal, door hun gladde oppervlak makkelijk uit een product worden gedrukt.

Naden en voegen zorgen ervoor dat warmte of vlammen via de aansluiting tussen de verschillende materialen goed bij onderliggende lagen of de achterzijde van het product kan komen. Hierdoor neemt het brandbaar oppervlak toe.

Een luchtsponw kan enerzijds een positieve werking hebben op het brandgedrag. Door de lucht die door de sponw stoomt wordt het product aan de achterzijde gekoeld. Anderzijds kunnen er vlammen aan de achterzijde van het product komen waardoor het brandbaar oppervlak toeneemt. Bovendien vindt er een luchtstroming plaats in de sponw, wat de voortplanting van de brand kan versnellen wanneer het vuur eenmaal in de luchtsponw zit.

De oriëntatie van een product t.o.v. de brand kan een grote invloed hebben op de brandbaarheid van het product. Denk hierbij bijvoorbeeld aan producten met verschillende zijden, of richting afhankelijke eigenschappen zoals nerfrichtingen van hout (zie figuur 21). Ook de oriëntatie van het vlak waarin het product wordt bevestigd beïnvloed het brandgedrag. Zo is het brandgedrag van een vloer relatief langzaam in vergelijking met het brandgedrag van een wand (relatief snel).^{(19)(20) (21)}



Figuur 21. Verschil in brandgedrag tussen horizontale en verticale houten constructie.⁽¹⁹⁾

Brandvertragend behandelen

Het verbeteren van het brandgedrag van een materiaal kan door het aanpassen van 1 of meerdere van de factoren die het brandgedrag van een materiaal bepalen. De product van het materiaal of product kan het brandgedrag beïnvloeden door de chemische samenstelling, de lagen en de hechting van de lagen of de toplaag aan te passen. De gebruiker kan de het brandgedrag verbeteren door de wijze van bevestiging.

Het brandvertragend behandelen vindt voornamelijk plaats door impregneren of het toepassen van een toplaag. Impregneren wordt vooral toegepast op hout en textiel. Door het impregneren van het materiaal wordt de opwarming van het materiaal beperkt door het vormen van een isolerende laag(koollaag of toplaag). Ook het scheiden van pyrolysegassen en zuurstof is een methode van brandvertragend behandelen, in dat geval wordt gezorgd voor een gasdichte toplaag waardoor de gassen niet uit het product kunnen ontsnappen. Ook kan de het produceren van niet-brandbare gassen bijdragen aan een goed brandgedrag. Hierbij nemen de gassen warmte van de brand op of verdunnen ze de brandbare gassen.

Brandklassen

Na het testen van het brandgedrag kunnen plaatvormige materialen en producten worden geklasseerd. Binnen het brandgedrag van materialen en producten worden 3 criteria onderscheiden. Allereerst het brandgedrag van het materiaal, hierin wordt o.a. bepaald hoeveel warmte wordt geproduceerd en hoe snel of langzaam het materiaal opbrand. Ten tweede wordt o.a. bepaald hoeveel rook wordt geproduceerd en wat de dichtheid van deze rook is. Als laatste wordt vastgesteld of het product brandende deeltjes produceert tijdens een brand waardoor branduitbreiding plaats kan vinden. Onderstaande klassen zijn van toepassing binnen heel Europa:

- Brandklassen: A1, A2, B t/m F. Binnen deze klasse is A1 het minst brandbaar en F onbeperkt brandbaar.
- Rookklassen: s1 t/m s3. Binnen deze klasse produceert s1 het minste rook en s3 het meeste rook.
- Brandende vallende deeltjes: d0 t/m d2. Binnen deze klassen betekend d0 geen vallende brandende deeltjes en d2 betekend dat brandende vallende deeltjes worden geproduceerd, die langer dan 10 seconde blijven nabranden.

Voor vloeren zijn dezelfde brandklassen van toepassing. Aan elke klasse wordt echter wel een onderschrift "fl" van flooring toegevoegd. Bij vloeren zijn alleen brandende vallende deeltjes niet van toepassing. Ook worden pijpisolatie en kabels geklasseerd volgens bovenstaand systeem.

Er kan geconcludeerd worden dat het brandgedrag van een materiaal of producten afhankelijk is van veel verschillende factoren. ^{(19)(20) (21)}

Bijlage 3

Brandonderzoek volledige omschrijvingen en figuren

2.1 Tekorten in brandscheidingen aan de hand van brandonderzoek

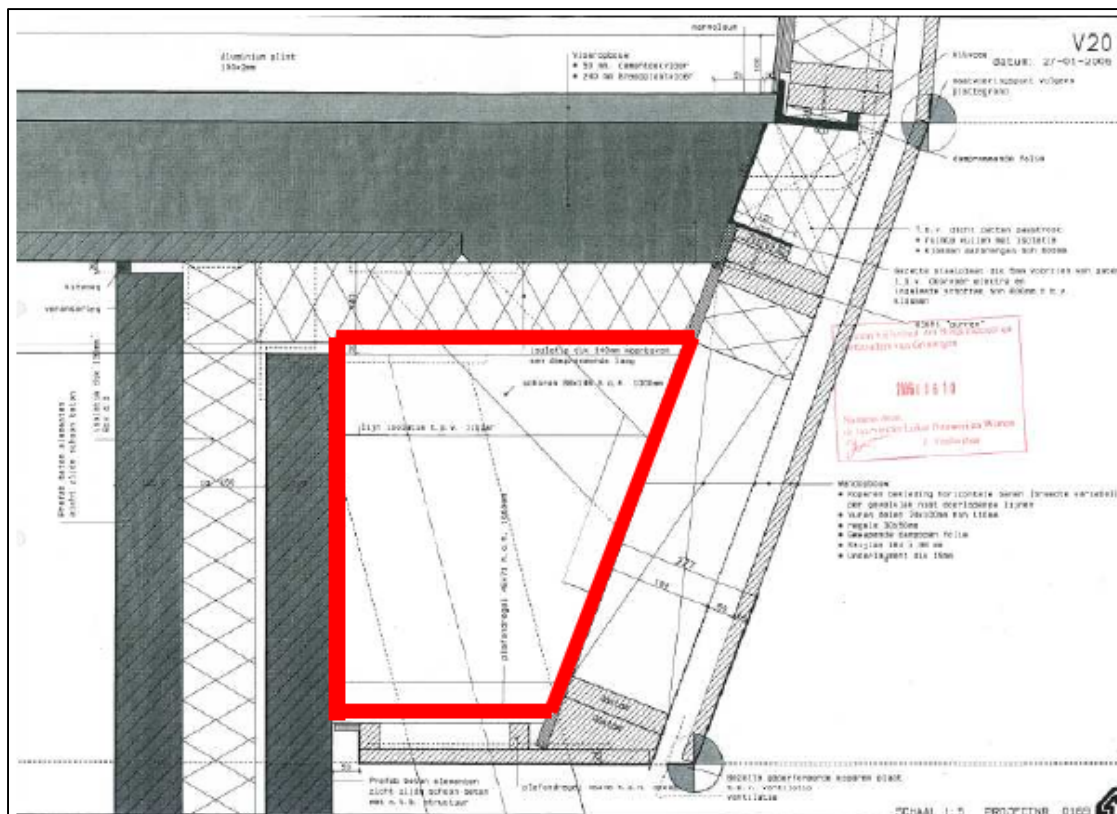
2.1.1 School Groningen

In de vroege ochtend van zaterdag 16 oktober 2010 heeft een grote brand gewoed in de Vensterschool Gravenburg in Groningen. Tijdens de brand is het totale schoolgebouw verwoest, zie figuur 4. Het pand bestaat uit 3 bouwlagen. Onder de 1^e verdieping is gedeeltelijk het schoolplein gesitueerd. De brand is ontstaan boven het schoolplein. De gevel van de begane grond bestond uit betonplaten van 100 mm. De gevelopbouw van de 1^e en 2^e verdieping bestond uit (van buiten naar binnen) koperen gevelbekleding, vuren delen, regelwerk, damp-open folie, 190 mm glaswol, vurenhouten stijlen, dampremmende folie, 19 mm underlayment en indonesisch betonplex van 9 mm. De gevel van de begane grond lag terug ten opzichte van de gevel van bovengelige verdiepingen. Om deze afstand te overbruggen was een loze ruimte onder de 1^e verdiepingvloer aangebracht. De loze ruimte loopt als een horizontale schacht om het gebouw heen. Aan de onderzijde van de loze ruimte zijn onbehandelde vurenhouten delen op regelwerk aanwezig. Op de delen is damp-open akoestisch doek aangebracht, dat brandbaar (brandklasse E) is. In figuur 2 is een detail van de horizontale loze ruimte weergegeven. De brand heeft zich in 1^e instantie via deze horizontale schacht uitgebreid rondom het gebouw. De verticale brandscheidingen waren niet doorgezet in de gevel. Ook de horizontale scheidingen (vloeren) waren niet doorgezet in de gevel. De brand heeft zich daarom via de spouw van de gevel van de 1^e en 2^e verdieping over het gehele gebouw kunnen verspreiden, zie figuur 5. Er stond op het moment van de brand een stevige wind. In de spouw ontstond een schoorsteeneffect. De vuren delen in de gevel waren onvoldoende brandwerend, waardoor in combinatie met het schoorsteeneffect de brand zich over de gehele gevel uitgebreid heeft. De vurenhouten delen voldoen aan brandvoortplantingsklasse 4, in plaats van aan brandvoortplantingsklasse 2 waar ze aan moesten voldoen.

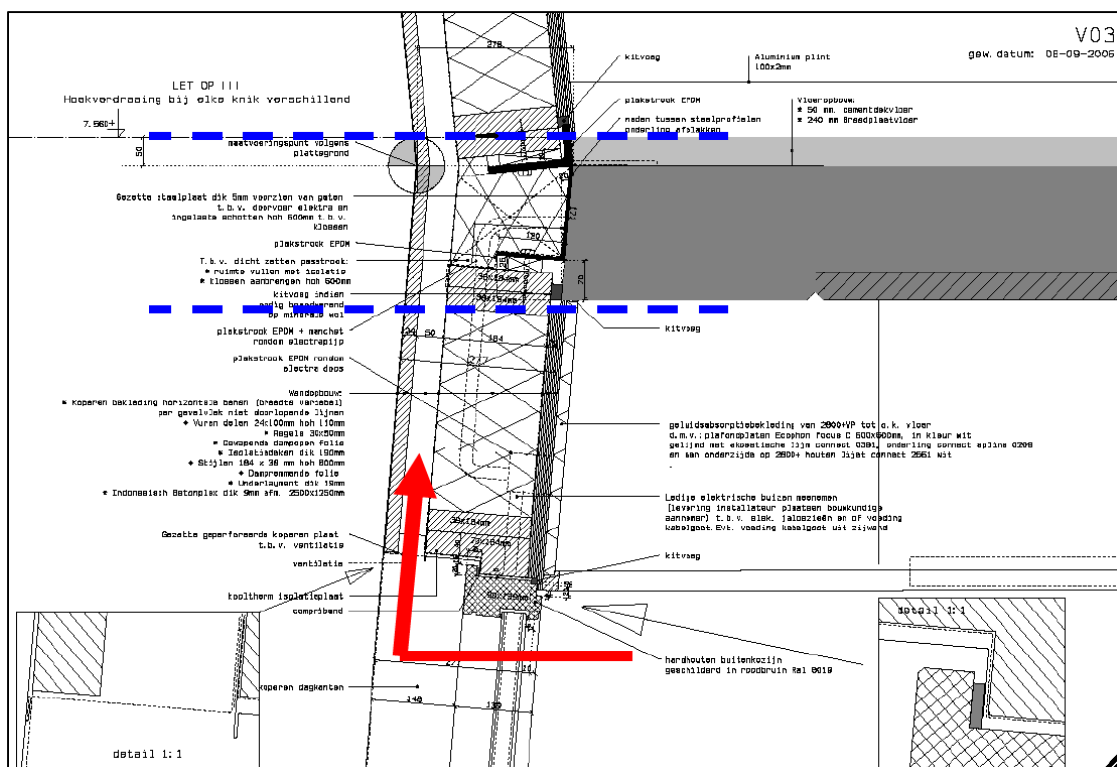
Er zijn een aantal tekortkomingen vastgesteld in de realisatie van de brandcompartimentering. De verticale brandscheidingen bestonden veelal uit een betonconstructie met brandwerende zelfsluitende deuren, rolluiken en een aantal ramen. Een aantal rolluiken in de scheidingen waren niet gesloten, waardoor de brand zich vrij kon uitbreiden naar andere brandcompartimenten. Ook sluiten meerdere brandwerende deuren niet of onvoldoende. Het schadebedrag van de brand bedraagt 12 miljoen euro. ⁽⁵⁾



Figuur 4. Het totale gebouw is verwoest door de brand. ⁽⁵⁾



Figuur 2. Detail afwerking overgang begane grond gevel naar gevel 1e verdieping. De horizontale schacht is aangegeven met de rode lijn. (5)



Figuur 5. Detail horizontale scheidingen, branduitbreiding via spouw gevel. De brand heeft zich via de spouw vanuit de gevelopening uitgebreid (rode pijl). De horizontale scheiding van de vloer is niet doorgezet in de gevel (blauwe lijnen). Met het doorzetten van de scheiding wordt bedoeld dat brandbare onderdelen in de gevel ter plaatse van de vloerscheiding voorkomen moeten worden, en dus geen brandoverslag kan plaatsvinden van de verdieping naar bovengelige verdieping. (5)

Brand Caïrostraat Rotterdam

In de vroege ochtend van 4 april 2012 is brand uitgebroken in een bedrijfspand aan de Caïrostraat te Rotterdam, zie figuur 6. De brand is ontstaan op Caïrostraat 4. De eerste brandmelding betrof een automatische brandmelding vanuit de naastgelegen bedrijfsruimte van Vodafone. De rookgassen van de brand op nummer 4 kwamen op dat moment al door de scheidingwand en dakconstructie. Bij aankomst van de brandweer 7 minuten later wordt vastgesteld dat de brand in nummer 4 een volledig ontwikkelde brand was. Al snel sloeg de brand uit via het dak en meerdere gevelopeningen. De isolatielaag (polystyreen) in het dak raakte in brand en de brand kon zich over het dak verspreiden. Vanaf dat moment was er sprake van een gebouw in brand in plaats van een brand in een gebouw. De isolatie van het dak loopt door over de brandscheiding (wand) van 2 bedrijven in het pand. De gesmolten isolatie heeft zich over de canelures in het dak verspreid. Op veel plaatsen zijn deze hete vloeistoffen door de canelures heen gelekt door schroefgaten en naden en zijn meerdere kleinere brandjes ontstaan de bedrijfsruimte van de Vodafone. In het bedrijfspand van de Vodafone was een strategische telefooncentrale gesitueerd. Door de branduitbreiding moest de stroomvoorziening van de telefooncentrale uitgeschakeld worden. Ook is door de rook- en waterschade de apparatuur van de telefooncentrale onbruikbaar geworden. Dit alles had tot gevolg dat ca. 700 zendmasten in de regio Zuid-Holland uitvielen en honderdduizenden klanten van Vodafone een ruime tijd zonder bereik kwamen te zitten. Het pand bleek ingedeeld te zijn als 1 brandcompartiment van ca. 2500 m². Het schadebedrag van de brand bedraagt 30 miljoen euro. ⁽⁶⁾



Figuur 6. Brand Caïrostraat Rotterdam. ⁽⁷⁾

Zomerdijk IJsselstein

Zaterdag 22 juni 2013 om 9:20 kwam een automatische melding van brand in een sportcentrum aan de zomerdijk in IJsselstein binnen bij de Regionale Alarm Centrale (RAC). Circa 16 andere gebruikers waren in het sportcomplex gehuisvest. Het pand is gebouwd in 1975, waarna in verloop van tijd meerdere grote verbouwingen hebben plaatsgevonden. Bij aankomst van de brandweer werd op de warmtebeeldcamera vastgesteld dat er warmte boven het plafond bij de sauna aanwezig was. Bij het openen van het plafond werd daar een brand geconstateerd, waarna deze meteen geblust is. Op de bovengelegen verdieping werd veel rook gevonden. De kleedkamer waar de sprinkler was aangegaan en van waaruit de melding naar de RAC is gegaan stond ook vol met rook. De brand was ontstaan op de 1e verdieping, naar alle waarschijnlijkheid in de herenkleedkamer. De brand sluimerde 17 uur lang in de wand van de douches en boven het plafond van de kleedkamer voor de sprinklerinstallatie werd geactiveerd. Een deel van de tweede verdieping is later tijdens een verbouwing van het pand toegevoegd aan het gebouw. Bij het optoppen van het gebouw was het bestaande hout van het dak niet verwijderd. Op de bestaande dakplaten zijn houten balken en de vloer geplaatst, waardoor er verschillende ruimten zijn ontstaan tussen het plafond van de 1e verdieping en de vloer van de 2e verdieping, zie figuur 7. In het begin van de middag blijkt de brand zich in een groot gedeelte van de tussenruimte van de verdiepingen te woeden. Aangezien de brand niet te bereiken was moest de brandweer gaten in de vloer zagen. De rookverspreiding en het vele water door de sprinklerinstallatie maakten de werkzaamheden moeilijk. Om 19:00 was het signaal brand meester gegeven. Het schadebedrag van de brand bedraagt 5,5 miljoen euro. ⁽⁸⁾



Figuur 7. Ruimten tussen plafond 1e verdieping en vloer 2e verdieping. ⁽⁸⁾

Metaalopslag Gelderland-Zuid

In de nacht van dinsdag 5 op woensdag 6 maart 2013 heeft er een brand gewoed bij een staalverwerkingsbedrijf en opslag in veiligheidsregio Gelderland-Zuid. Het bedrijf bevindt zich in een opslagloods, bestaande uit de begane grond en een 1e verdieping met kantoren en de kantine. De 1e verdieping heeft een kleiner oppervlak dan de begane grond. De brand is ontstaan in of nabij het filterhuis van de compressor van de straalcabines. De oorzaak van het ontstaan van de brand is onduidelijk. Door de brand bij de compressor is een olieslang van de compressor lekgeraakt. De deuren van de ruimte waarin de compressor was gesitueerd stonden open waardoor een plasbrand zich in de richting van de hal uit heeft kunnen breiden. In de hal zijn 2 straalcabines aanwezig. De brand heeft de wanden van de straalcabines opgewarmd waardoor de isolatie in de wanden van de straalcabines is gaan ontgassen. Deze gassen zijn gaan branden, waarna de isolatie van de overige wanden ook is gaan ontgassen en in brand is gegaan. De brand heeft zich kunnen uitbreiden door het ontbranden van de gebruikte isolatie. De scheidende wand heeft zich tijdens de brand staande gehouden en heeft branduitbreiding naar de volgende hal voorkomen. In deze scheiding zou een overheaddeur aanwezig moeten zijn. Deze was echter niet aanwezig, toch heeft er geen uitbreiding naar de naastgelegen hal plaatsgevonden. Binnen de hal waarin de brand ontstaan is waren weinig brandbare materialen aanwezig, het grootste deel van de hal bestond uit opslag van staal (onbrandbaar). De brand heeft zich wel over het gehele dak uitgebreid. Er was dus sprake van een gebouw in brand, in plaats van brand binnen een gebouw. De grootste factor voor de branduitbreiding was het gebouw zelf, namelijk de gebruikte isolatie. Het schadebedrag van de brand bedraagt 4 miljoen euro.⁽⁹⁾

Brand Hy-suply

Op dinsdag 30 oktober 2012 heeft een brand gewoed in een bedrijfsverzamelgebouw in Elst. De oorzaak van de brand is onbekend, al wordt er vermoeden dat er sprake was van brandstichting. Het pand bestaand uit 3 hallen, zie figuur 8. Twee hallen (hal 1 en 2) zijn gebouwd in 1988, de laatste hal (hal 3) is er in 1999 bij geplaatst. De 2 hallen van 1988 vormen samen 1 brandcompartiment. De scheiding tussen de 2 hallen en de nieuwe hal staat op de tekening aangegeven als 60 minuten brandscheiding. In hal 1 was een leverancier voor kweekbenodigdheden gevestigd. In hal 2 en 3 waren niet in gebruik, behalve het kantoor van hal 3. Hal 2 en 3 waren zo goed als leeg, zie figuur 7. De gevelconstructie is opgebouwd uit een binnendoosconstructie met gevelbeplating en glaswol isolatie. De dakconstructie is opgebouwd uit stalen damwandprofielen met daarop EPS isolatie en is afgewerkt met bitumen. Bij melding van de brand stond hal 1 in brand en waren er uitslaande vlammen te zien. Bij aankomst van de brandweer had de brand zich via het dak uitgebreid naar naastgelegen hallen. Er zijn geen voorzieningen aangetroffen om de isolatie t.p.v. de scheidingswand te onderbreken om branddoorslag of overslag via het dak te voorkomen. De scheiding tussen hal 2 en 3 zou uitgevoerd zijn als 60 minuten scheiding, echter is tijdens het onderzoek vastgesteld dat de uitvoering van de buitengevel van de hal uit 1988 onveranderd is gebleven. De scheiding van 60 minuten is dus in werkelijkheid de oude gevel van de hal uit 1988, en is dus niet uitgevoerd als brandscheiding. Doordat de wand tussen hal 2 en 3 niet als brandscheiding is uitgevoerd en daarom onvoldoende gefixeerd is, hebben er grote vervormingen plaats kunnen vinden in de wand. Door de vervormingen ontstonden openingen in de scheidingswand, waardoor rookgassen en vlammen zich vrij konden verspreiden naar hal 2 en 3. Ook was er een opening van c.a. 3 meter aanwezig in de wand van hal 2 naar 3. De rookgassen in hal 2 zijn zeer waarschijnlijk explosief ontstoken, wat extra vervormingen en rondvliegende constructieonderdelen heeft veroorzaakt. Rookgassen blijven aan het plafond van een ruimte hangen. De warmte van deze rookgassen kan de stalen damwandprofielen verwarmen en hierbij ook de daarop gelegen EPS isolatieplaten. EPS ontleed bij een temperatuur van 200°C. De dampen van het EPS konden niet naar boven verplaatsen omdat de isolatie door een laag bitumen is afgesloten. De rookgassen hebben zich daardoor via de cannelures van het dak naar binnen verplaatst. Deze rookgassen hebben bijgedragen aan het explosief ontbranden van hal 2. De gassen van de ontleding van de bitumen kon zich wel mengen met de buitenlucht en werd op deze manier afgevoerd. De bitumen is gaan smelten en vloeibaar geworden. Door het vloeibaar worden van de bitumen kon deze via de cannelures tussen kieren en openingen de hallen in stromen. De gesmolten, hete bitumen heeft in de hallen meerdere lokale brandjes veroorzaakt. Het schadebedrag van de brand bedraagt 2,8 miljoen euro.⁽¹⁰⁾



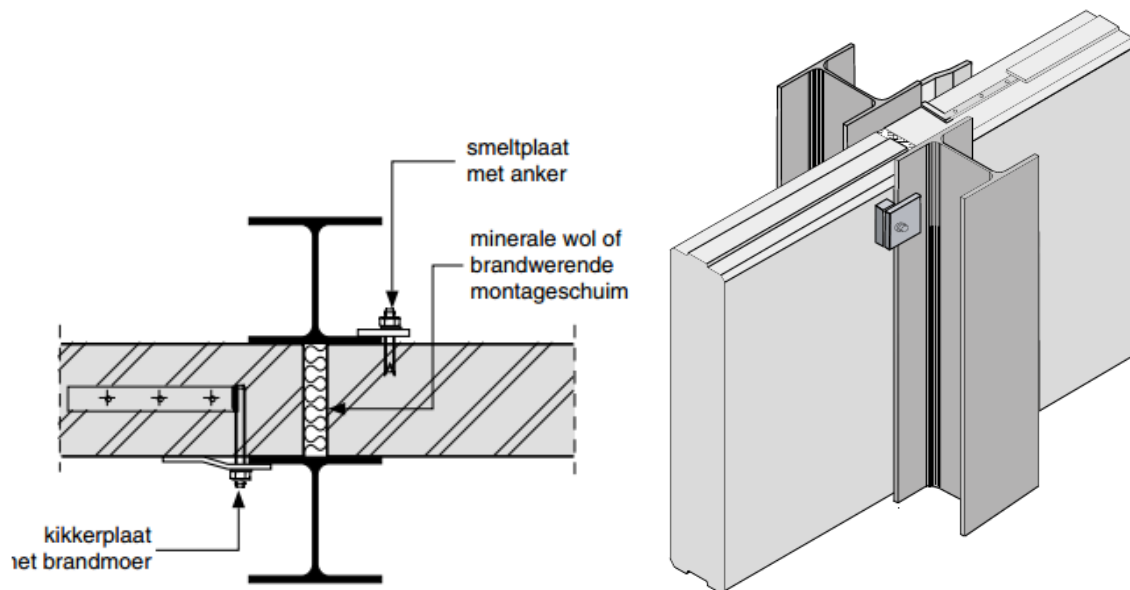
Figuur 8. Hal 1, 2 en 3 na de brand (van rechts naar links). ⁽¹⁰⁾



Figuur 7. Hal 2 na de brand met smeltvloeistoffen aan de binnenwanden van de bitumen en de EPS isolatie op het dak. ⁽¹⁰⁾

Brand Gazelle

Op zaterdag 5 oktober 2013 heeft een grote brand gewoed in de loods van Gazelle in Dieren. In de loods waren onderdelen van fietsen zoals velgen, banden en metalen onderdelen opgeslagen. Op de lood is de methode beheersbaarheid van brand toegepast. Bij deze methode wordt berekend hoeveel vuurlast zich binnen een compartiment bevindt, inclusief de permanente vuurlast (scheidingswanden, daken, gevels etc). Wanneer de vuurlast laag genoeg is, mag het compartimentsoppervlak groter zijn dan de in het Bouwbesluit aangegeven maximale oppervlak voor brandcompartimenten. De scheidingen naar het kantoor en de fabriek hebben een WBDBO van 90 minuten. Er is geen brandonderzoeksrapport gemaakt, aangezien hier geen vraag naar was. Het is onbekend hoe de brand is ontstaan. De brand heeft ongeveer 4 uur geduurd, en heeft zich in de 4 uur binnen het compartiment verspreid. Het brandcompartiment bestond uit 2 bouwlagen. De brand heeft zich niet verspreid naar de naastgelegen compartimenten (kantoor en fabriek). De brandscheiding is opgebouwd uit een cellenbeton brandwand met een staalconstructie aan beide zijden van de wand, waardoor de aparte compartimenten elk hun eigen staalconstructie hebben, zie figuur 9. De staalconstructie is bevestigd aan de brandwand door middel van een smeltplaat met anker. In geval van brand wordt door de warmte (ca. 180 graden) het smeltanker gesmolten. Door de brand zullen de liggers van de loods gaan vervormen (doorhangen). Doordat de liggers gaan hangen wordt een grotere trekkracht op de opleggingen (kolommen) uitgeoefend. Doordat de smeltankers gesmolten zijn staan de staalkolommen los van de wand en kunnen deze met de liggers mee vervormen, waarbij de wand intact gehouden wordt, zie figuur 10. De gevels van de loods bestonden uit binnendozen, steenwol isolatie en geprofileerde stalen buitenbeplating (J. Ebus, Bespreking brandonderzoeken Veiligheidsregio Gelderland-Midden, 21 augustus 2015). Het schadebedrag van de brand bedraagt 5 miljoen euro.



Figuur 9. Detail wandopbouw brandwand Gazelle.



Figuur 10. Foto's brandonderzoek Gazelle: smeltankers en de vervorming van de staalconstructie.

Veiligheidsregio's

Om aan brandonderzoeksrapporten te komen hebben besprekingen plaatsgevonden met de veiligheidsregio Gelderland-Zuid en Gelderland-Midden. Tijdens deze besprekingen zijn verschillende branden besproken, waaronder ook branden waar geen onderzoek is gedaan maar waar wel foto's van aanwezig waren. Van deze branden is geen onderzoeksrapport aanwezig. Veel van deze branden waren grote branden binnen gebouwen met een industriefunctie waarbij het gebouw of een groot gedeelte van het gebouw verloren is gegaan. Binnen veel van deze branden was gebruik gemaakt van brandbaar isolatiemateriaal in de gevel en was er vaak sprake van een gebouw in brand in plaats van een brand in een gebouw. Daarnaast wordt het gebruik van glaswol of steenwol als positief ervaren binnen de brandonderzoekers van de veiligheidsregio's. Met het oog op het behoud van het gebouw heeft steenwol de voorkeur over glaswol. Glaswol smelt en wordt een blok glas bij brand, wat moeilijk schoon te maken en op te ruimen is na de brand. (J. Ebus, Bespreking brandonderzoeken Veiligheidsregio Gelderland-Midden, 21 augustus 2015)

Paletopslag Kampen

Op 8 juni 2013 brak brand uit bij Kloek pallets in Kampen. Kloek pallets is een opslag van houten pallets, welke voornamelijk buiten opgeslagen staan. Door de straling van de brand bij Kloek pallets is het dak van naastgelegen pand van Asia Foods in brand gegaan, zie figuur 11. Het vuur is echter uit zichzelf gedoofd. Gebouwen moeten gescheiden worden door een 60 minuten brandscheiding (Bouwbesluit 2012). De benodigde brandwerendheid van het gebouw is bepaald door het toepassen van spiegelsymmetrie. Bij spiegelsymmetrie wordt de brandwerendheid van een brandcompartiment naar een gebouw op het naastgelegen perceel bepaald door er van uit te gaan dat het gebouw op het naastgelegen perceel een identiek maar spiegelsymmetrisch gebouw is ten opzichte van de perceelgrens. Wanneer het perceel grenst aan een openbare weg, openbaar groen of openbaar water vindt de spiegeling plaats ten opzichte van het hart van deze weg, dit groen of dit water. Asia Foods ligt 20 meter van de hart van een openbare weg. Volgens spiegelsymmetrie wordt de brandwerendheid dus vastgesteld bij een afstand van 40 meter. De gestapelde pallets staan echter op 24 meter afstand van het gebouw van Asia Foods.

Om brandoverslag te voorkomen mag de warmtestralingsflux in geval van brand niet meer dan 15 kW/m^2 op de naastgelegen gevel zijn. Bij Efectis Nederland is een berekening gemaakt van waarschijnlijke warmtestralingsflux in deze situatie. De waarschijnlijke warmtestralingsflux heeft de maximale warmtestralingsflux van 15 kW/m^2 overschreden. Het dak bestond uit (van binnen naar buiten) stalen damwandprofiel, dampremmende folie, 65 mm PIR isolatie van Kingspan en 1,2 mm PVC dakbedekking. De brand op het dak is waarschijnlijk ontstaan doordat de warmtestralingsflux op de PVC dakbedekking hoger was dan 15 kW/m^2 . De PVC is daardoor in brand gegaan, waarna de isolatie ook is gaan branden. PIR isolatie verkoolt bij een brand, waardoor een beschermende laag ontstaat en de isolatie niet verder inbrand en de brand dooft. Een ander voordeel van PIR is dat de isolatie niet smelt in geval van brand. De PVC dakbedekking is gestopt met branden op de afstand waar de warmtestralingsflux lager dan 15 kW/m^2 bedroeg. In de binnendozen in de gevel zat steenwolisolatie verwerkt. Op of in de gevel is geen brand uitgebroken. Het schadebedrag van de brand is onbekend.



Figuur 11. Brand op het dak bij Asia Foods.

Bijlage 4

Toelichting onbetrouwbaarheid onderdeel masterscriptie A.Y. Botma

Om inzicht te krijgen hoe kritisch de tekortkoming is voor het falen van de scheidingsconstructie, zijn de tekortkomingen opgedeeld in verschillende categorieën. Per categorie wordt aangegeven in hoeveel minuten de scheidingsconstructie zal falen. Bij het bepalen van de categorieën is uitgegaan van een brandduur van minimaal 60 minuten, zonder het ingrijpen van de brandweer. Er zijn 5 categorieën opgesteld:

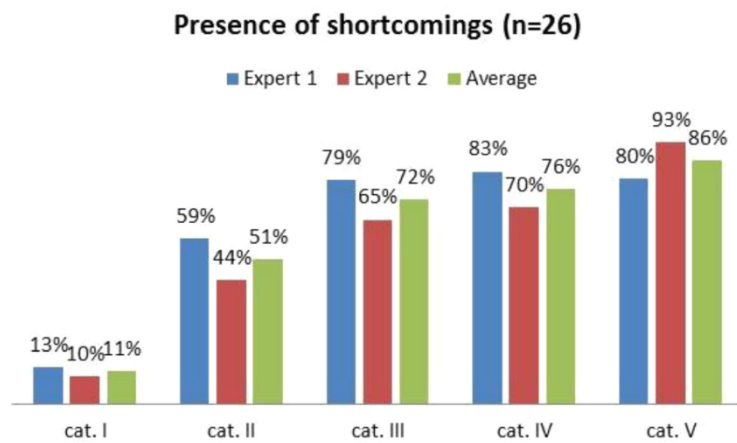
- Categorie I: Weinig tot geen weerstand tegen branduitbreiding, branduitbreiding naar naastgelegen compartiment vindt plaats binnen 5 minuten;
- Categorie II: Gedurende beperkte tijd wordt weerstand geboden tegen branduitbreiding naar naastgelegen compartiment (5 – 15 minuten);
- Categorie III: De tekortkomingen zorgen voor een branduitbreiding naar naastgelegen compartiment in 15 - 30 minuten;
- Categorie IV: De tekortkomingen zorgen voor een branduitbreiding naar naastgelegen compartiment in 30-60 minuten;
- Categorie V: Deze tekortkomingen zorgen niet voor branduitbreiding naar naastgelegen compartiment binnen 60 minuten.

In zijn onderzoek heeft A.Y. Botma door 2 experts in laten schatten hoe groot de kans was dat een bepaalde tekortkoming een kleine of een grote bijdrage aan de branduitbreiding naar naastgelegen brandcompartimenten levert. De tekortkomingen uit tabel 2 zijn op een rij gezet, waarna de experts per tijdscategorie (I t/m V) hun mening hebben gegeven over de kans (in procent) dat branduitbreiding plaatsvindt, zie tabel 2. In feite wordt dus het effect van de tekortkoming weergegeven.

	Probability of fire spread to adjacent compartment									
	I (0 - 5 min)		II (5 - 15 min)		III (15 - 30 min)		IV (30 - 60 min)		V (> 60 min)	
	Expert 1	Expert 2	Expert 1	Expert 2	Expert 1	Expert 2	Expert 1	Expert 2	Expert 1	Expert 2
Fire resistance façade insufficient	0%	0%	0%	10%	40%	30%	40%	40%	20%	20%
Penetrations for ducts, pipes and cables not sealed	0%	0%	10%	10%	20%	10%	50%	20%	20%	60%
No fire dampers in ducts	0%	0%	10%	10%	30%	20%	50%	20%	10%	50%
No fire resistant casing around ducts	0%	0%	10%	10%	20%	10%	50%	10%	20%	70%
Mounting of pipes and ducts not sufficient	0%	0%	0%	10%	25%	20%	50%	30%	25%	40%
Fire resistance of wall insufficient or uncertain	0%	0%	10%	10%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Panel or glass is missing (holes)	10%	10%	40%	30%	50%	50%	0%	10%	0%	0%
Fire resistant separation is not continued above suspended ceiling	10%	0%	40%	10%	50%	30%	0%	40%	0%	20%
Steel structure penetrating fire separation without fire resistant covering	0%	0%	0%	0%	30%	10%	50%	20%	20%	70%
Fire separation in roof structure is not properly finished	0%	0%	0%	20%	20%	30%	50%	30%	30%	20%
Steel hatch in wall/floor	0%	0%	0%	0%	20%	10%	40%	20%	40%	70%
Floorstructure not sufficient fire resistant	0%	0%	0%	10%	10%	20%	50%	30%	40%	40%
Large areas wired glass in fire separations	0%	0%	30%	0%	70%	10%	0%	20%	0%	70%
Fire resistance glazing insufficient (excluding wired glass)	0%	0%	60%	30%	30%	50%	10%	20%	0%	0%
Glazing beads missing	0%	0%	20%	10%	80%	20%	0%	20%	0%	50%
Doors not self-closing	10%	10%	20%	10%	0%	10%	0%	0%	70%	70%
Fire resistance doors uncertain and not certified	0%	0%	10%	10%	30%	20%	30%	30%	30%	40%
Intumescent strip around door missing	0%	0%	0%	0%	20%	10%	40%	20%	40%	70%
Doors do not close properly	5%	0%	20%	10%	50%	20%	25%	20%	0%	50%
Fire resistance glazed partition uncertain and not certified	0%	0%	20%	10%	30%	20%	30%	30%	20%	40%
Steel door frame with insufficient fire resistance	0%	0%	0%	0%	30%	10%	70%	20%	0%	70%
Rebate depth timber door frame insufficient	0%	0%	0%	0%	20%	10%	50%	20%	30%	70%
Door pin not fire resistant	0%	0%	0%	0%	20%	10%	40%	20%	40%	70%
Too large gap under/around door	0%	0%	0%	10%	30%	20%	50%	20%	20%	50%
Elevator doors do not close properly / have insufficient fire resistance	0%	0%	0%	0%	20%	10%	50%	10%	30%	80%

Tabel 2. De kans op branduitbreiding per tijdscategorie per tekortkoming. Rood omrand is een voorbeeld van een groot verschil in mening van de 2 experts. ⁽¹¹⁾

Wanneer de effecten van de tekortkomingen op het gebied van branduitbreiding naar naastgelegen brandcompartimenten zijn vastgesteld, zijn de resultaten toegepast op de 26 onderzochte gebouwen (zie grafiek 3).



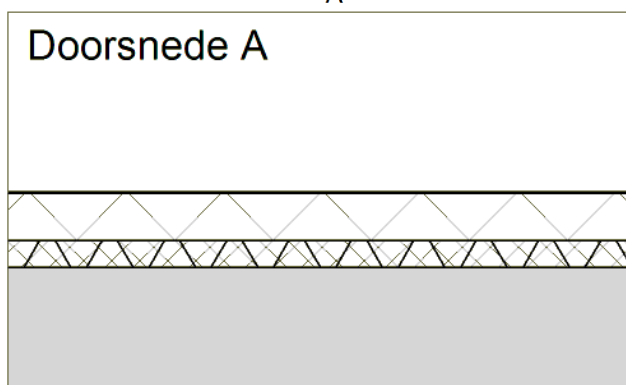
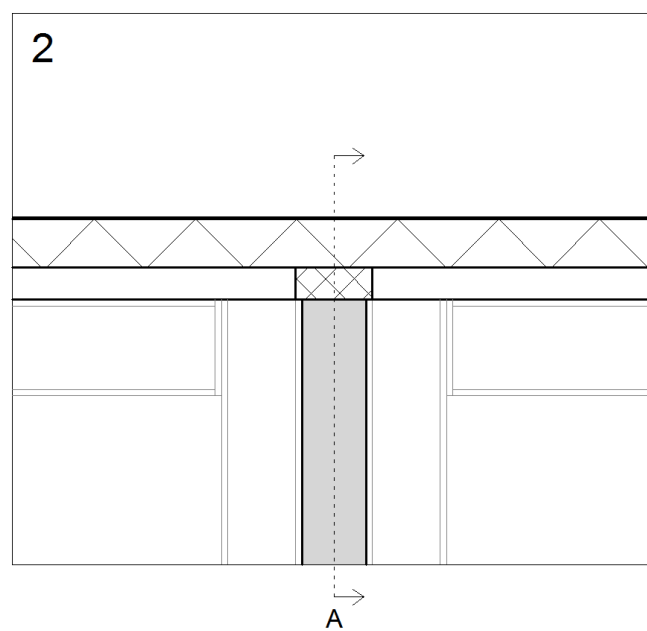
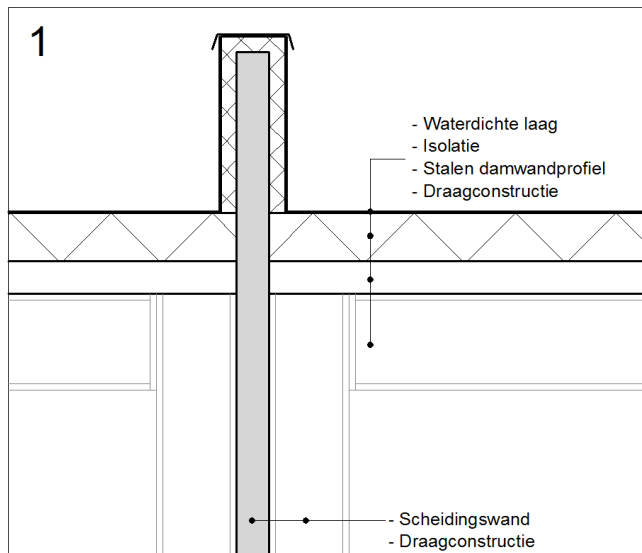
Grafiek 3. De aanwezigheid van tekortkomingen, verdeeld in tijdcategorieën. ⁽¹¹⁾

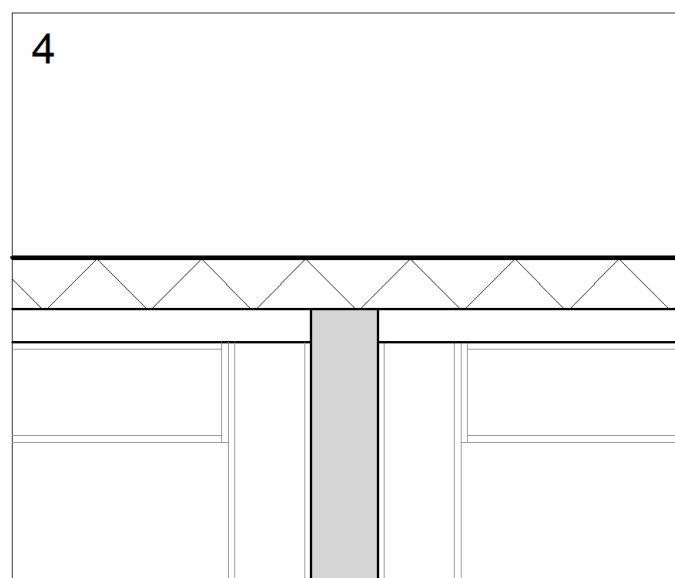
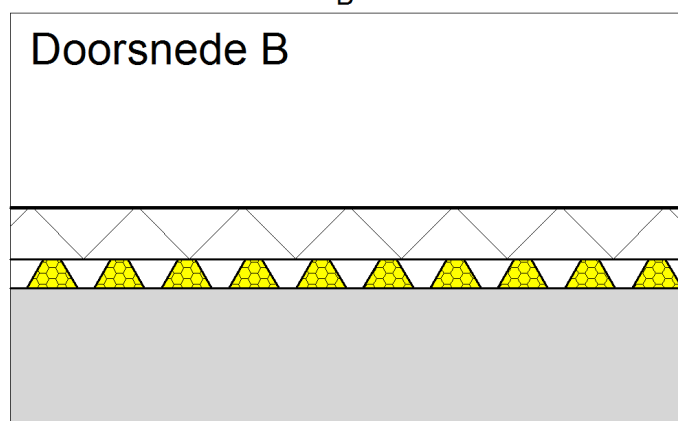
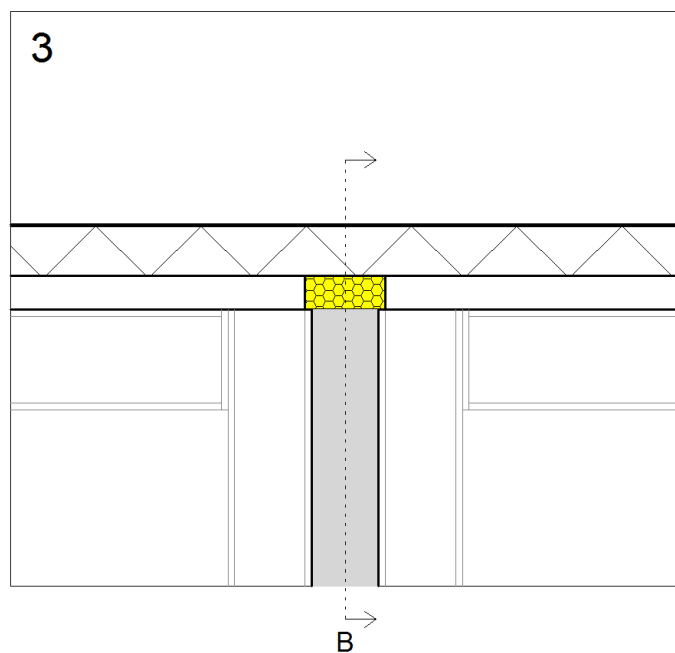
Zowel in tabel 2 als in grafiek 3 is te zien dat de mening van de 2 experts over het effect van een tekortkoming sterk kan afwijken (voorbeeld: rood omrand). Verdere onderzoeksresultaten van A.Y. Botma die gebaseerd zijn op de meningen van de experts worden daarom in dit onderzoek niet verder uitgewerkt, omdat deze als onbetrouwbaar worden gezien.

Bijlage 5

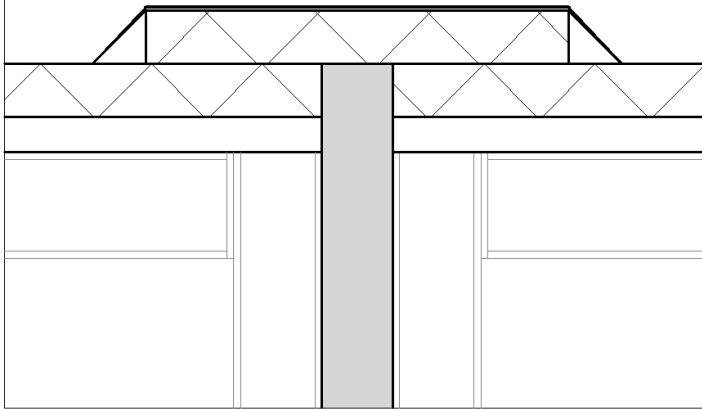
Principedetails: 7 basisvarianten en 3 aanvullingen materiaalgebruik en aansluiting

-  Isolatiemateriaal
-  Isolatiemateriaal, onbrandbaar
-  Cannelurevulling, al dan niet onbrandbaar
-  Losse isolatie, onbrandbaar
-  Brandwerende plaat
-  Grind of betontegels

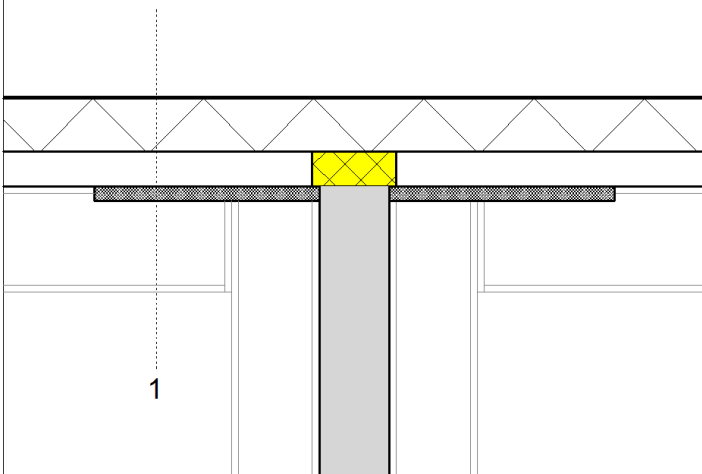




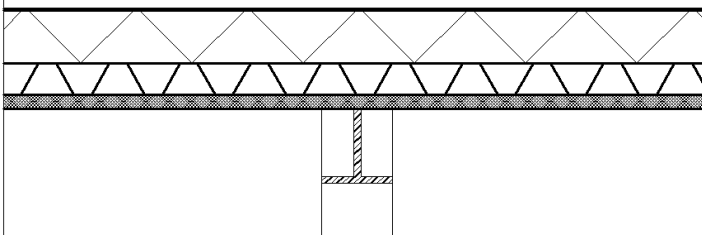
5

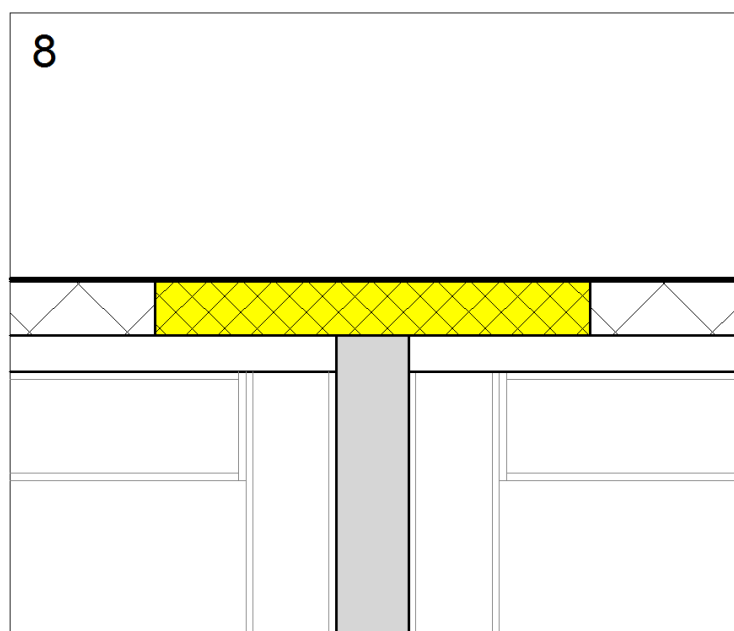
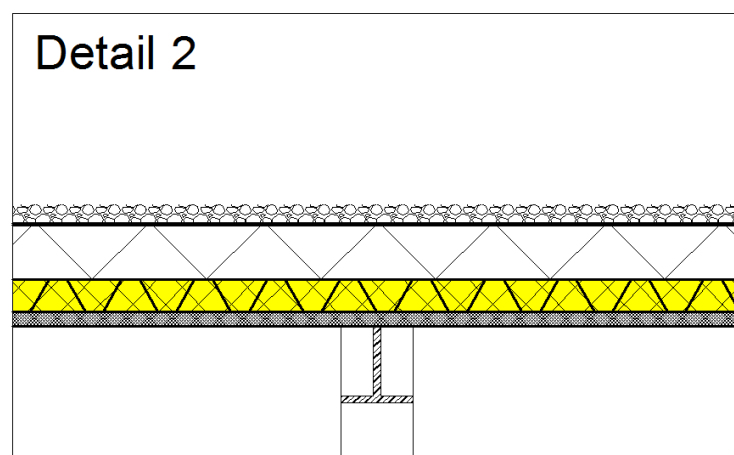
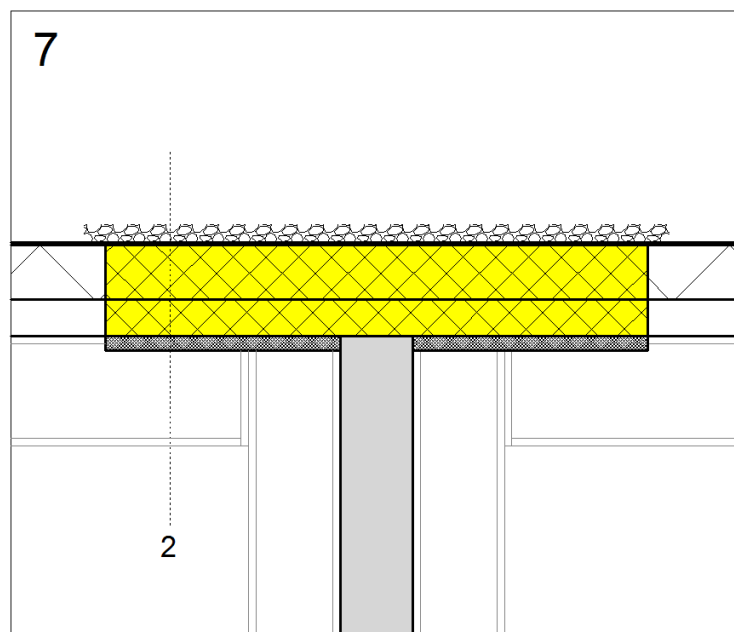


6

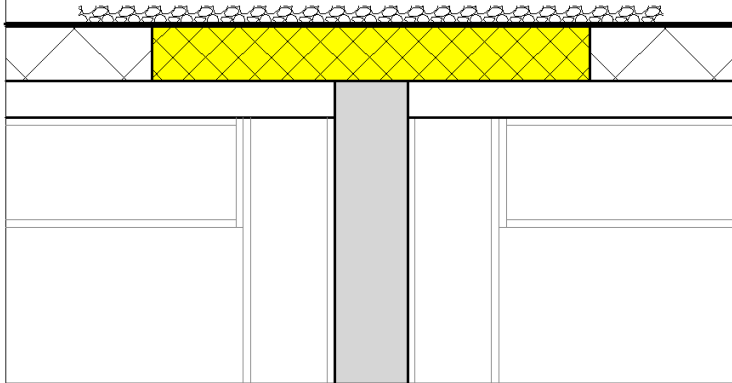


Detail 1

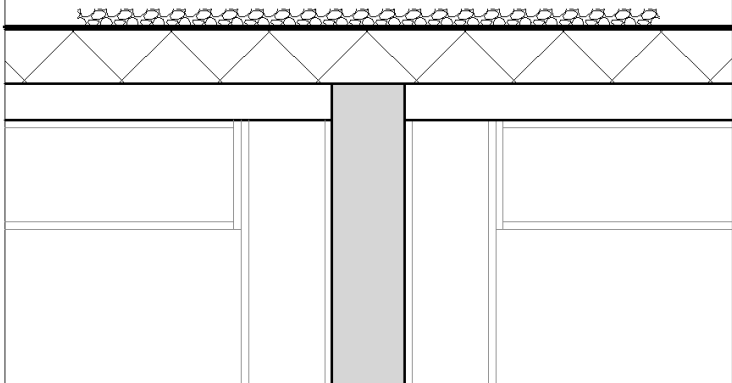




9



10

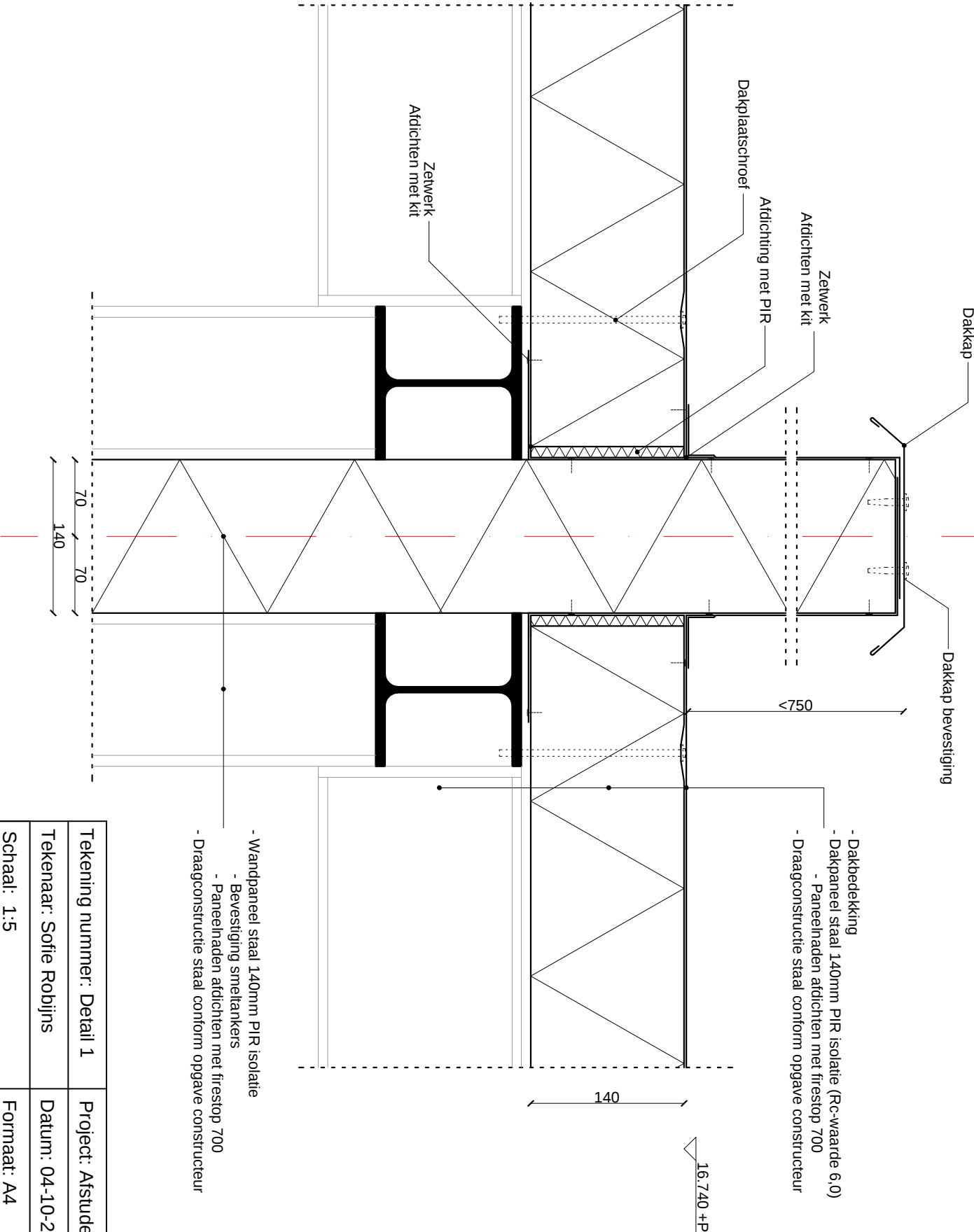


Bijlage 6

Detailvariant 1 t/m 13

Detail 1

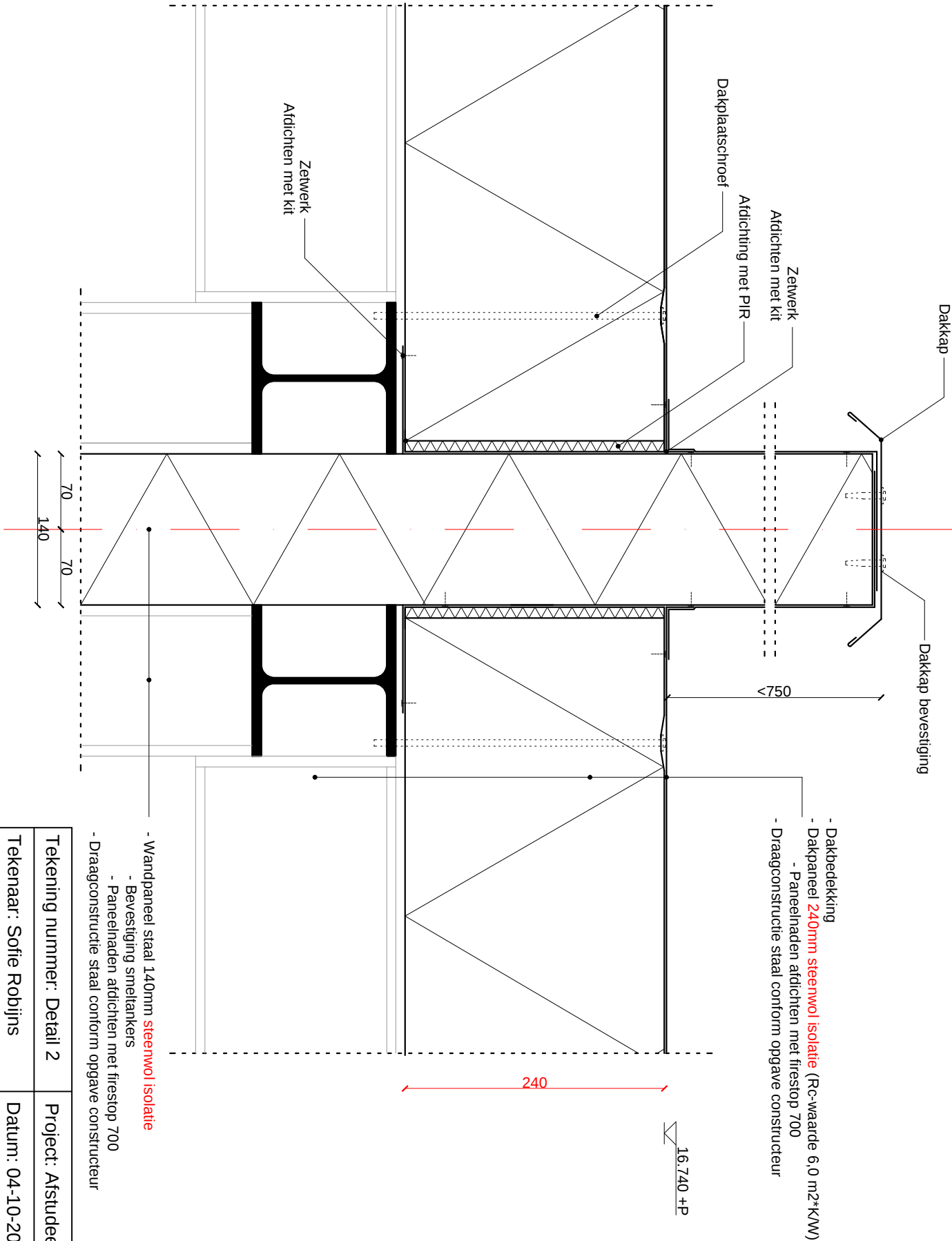
02



Tekening nummer: Detail 1	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 2

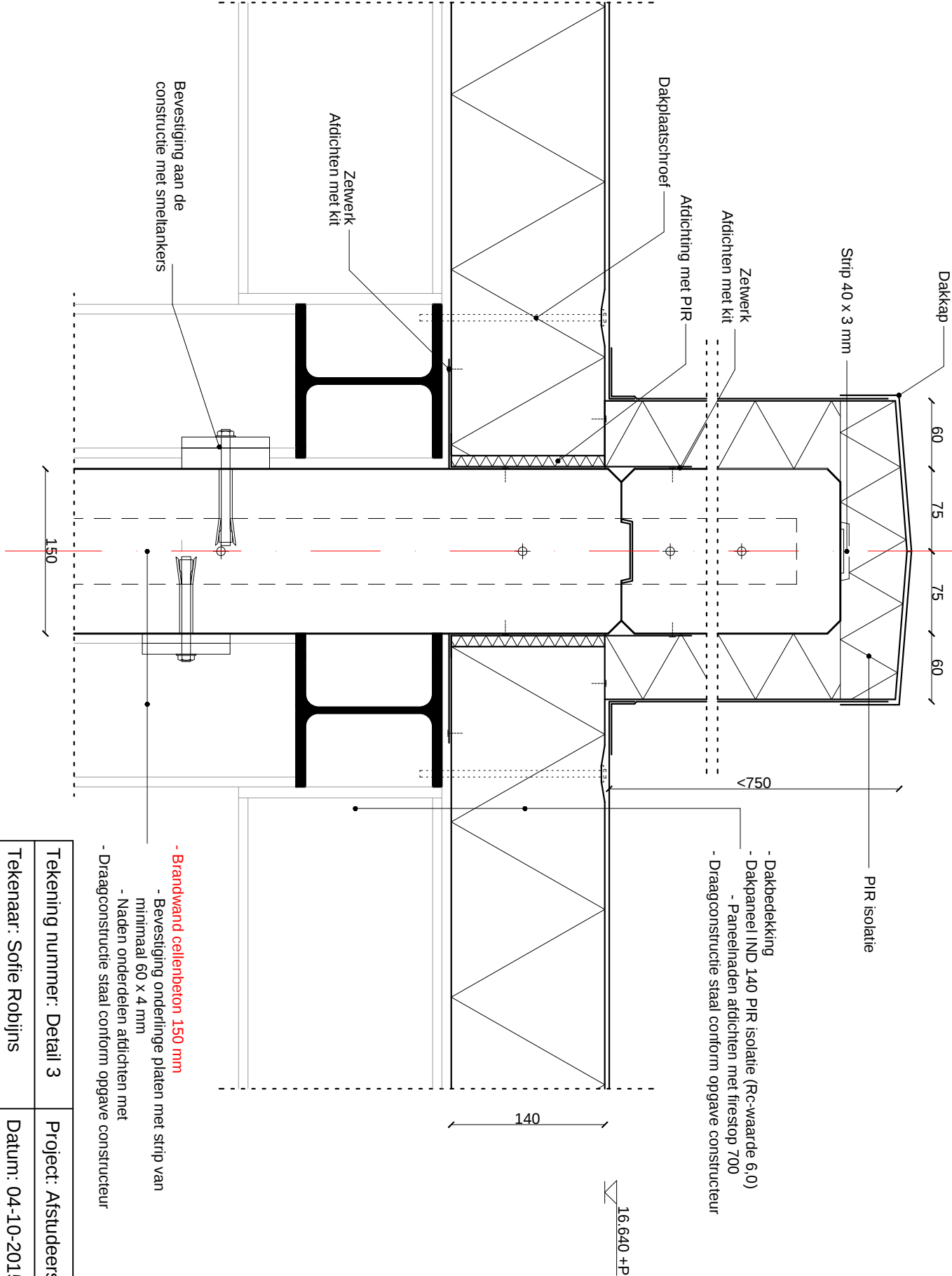
02



Tekening nummer: Detail 2		Project: Afstudeerscriptie	
Tekenaar: Sofie Robijns		Datum: 04-10-2015	
Schaal: 1:5		Formaat: A4	

Detail 3

02

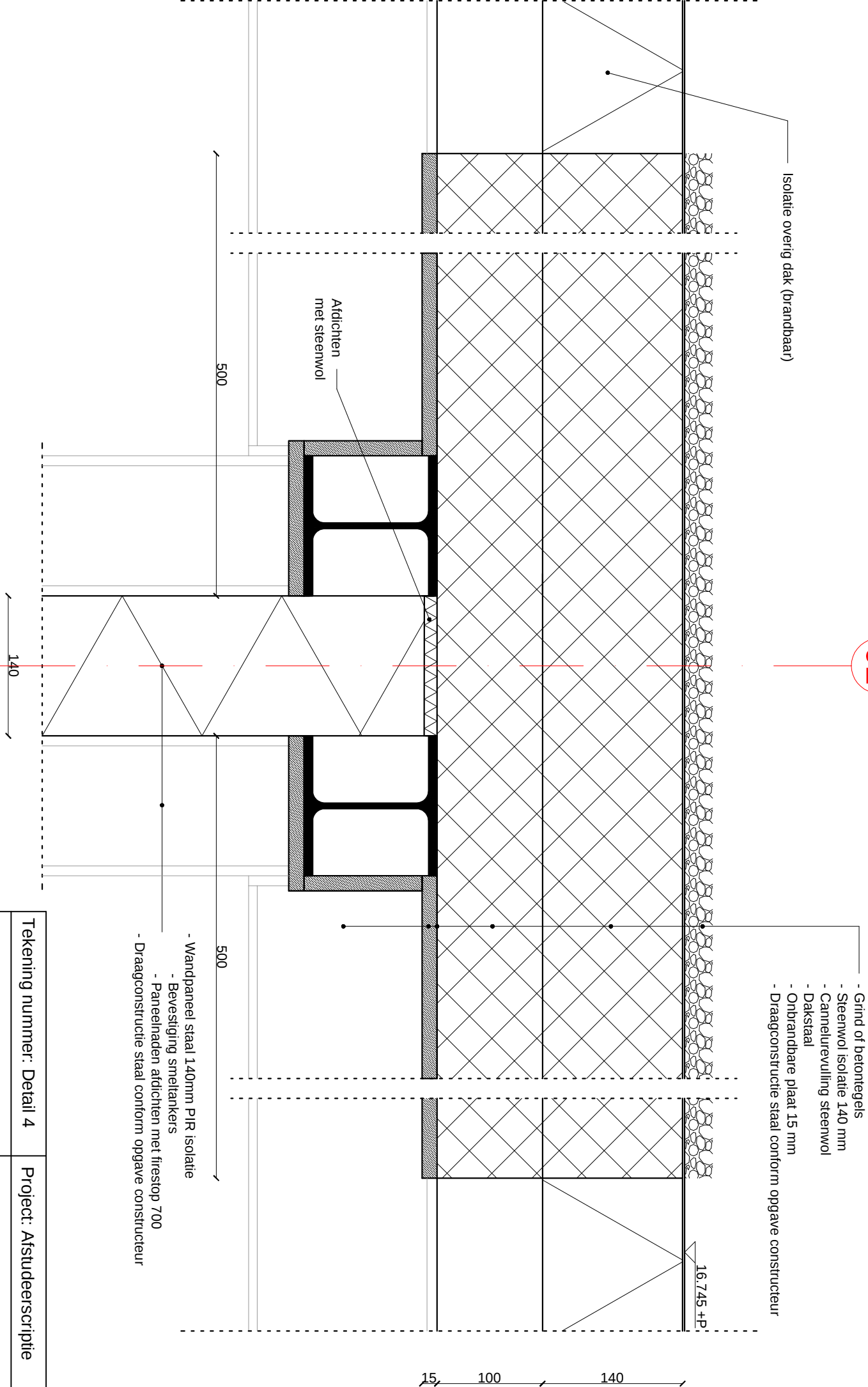


- Brandwand cellenbeton 150 mm
- Bevestiging onderlinge platen met strip van minimaal 60 x 4 mm
- Naden onderdelen afdichten met
- Draagconstructie staal conform opgave constructeur

Tekening nummer: Detail 3		Project: Afstudeerscriptie	
Tekenaar: Sofie Robijns		Datum: 04-10-2015	
Schaal: 1:5		Formaat: A4	

Detail 4

02



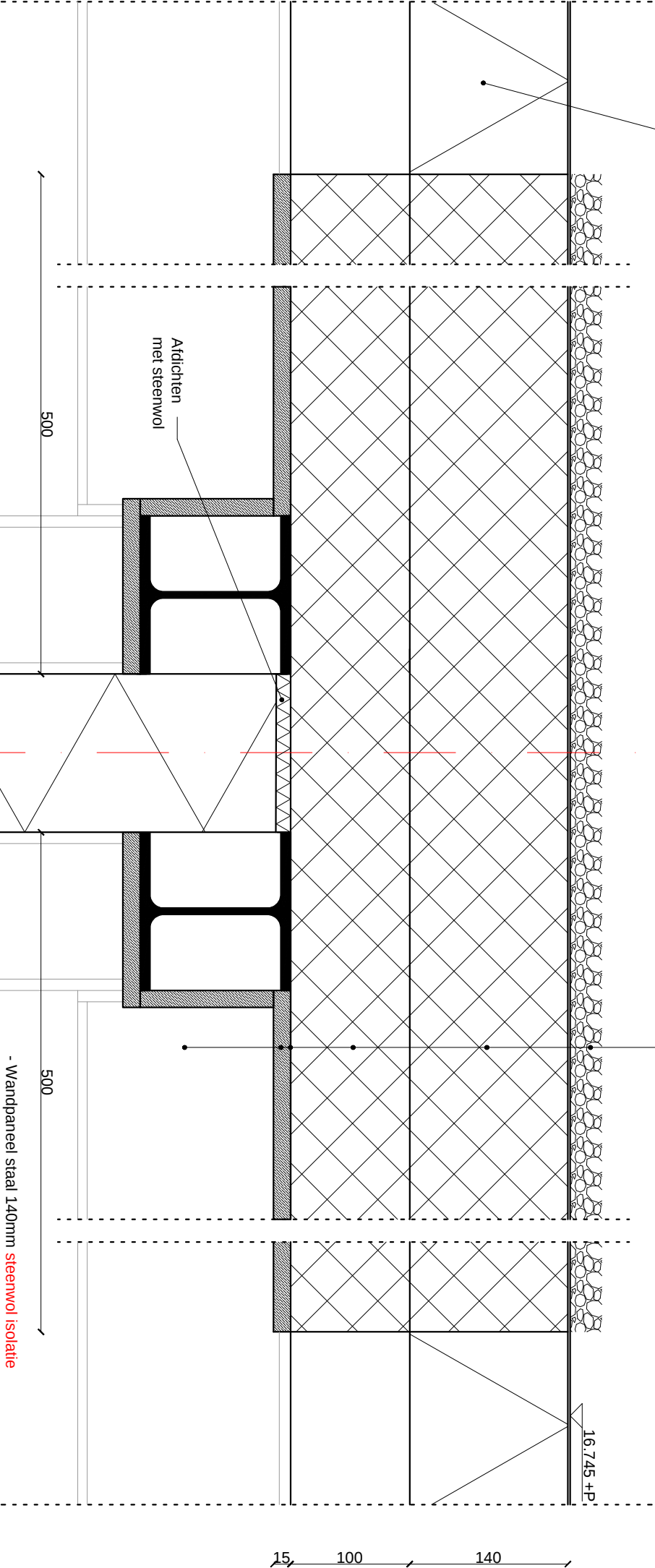
Tekening nummer: Detail 4	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 5

02

Isolatie overig dak **onbrandbaar** (PIR/steenwol)

- Grind of betontegels
- Steenwol isolatie 140 mm
- Cannelurevulling steenwol
- Dakstaal
- Onbrandbare plaat 15 mm
- Draagconstructie staal conform opgave constructeur



- Wandpaneel staal 140mm **steenwol isolatie**
- Bevestiging smeltankers
- Paneelranden afdichten met firestop 700
- Draagconstructie staal conform opgave constructeur

Tekening nummer: Detail 5	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 6

02

Isolatie overig dak (brandbaar)

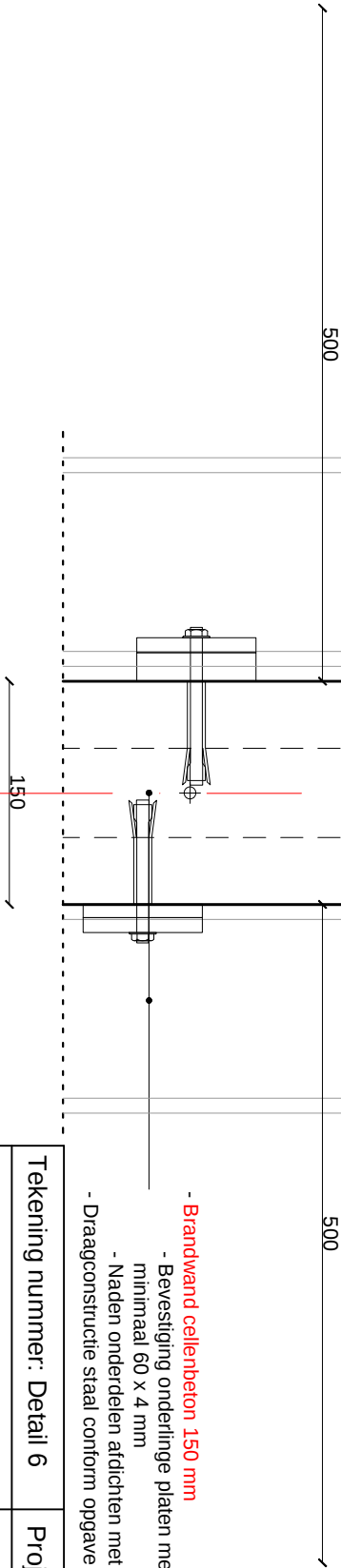
- Grind of betontegels
- Steenwol isolatie 140 mm
- Cannelurevulling steenwol
- Dakstaal
- Onbrandbare plaat 15 mm
- Draagconstructie staal conform opgabe constructeur

16.745 +P

15 100 140

Afdichten met steenwol

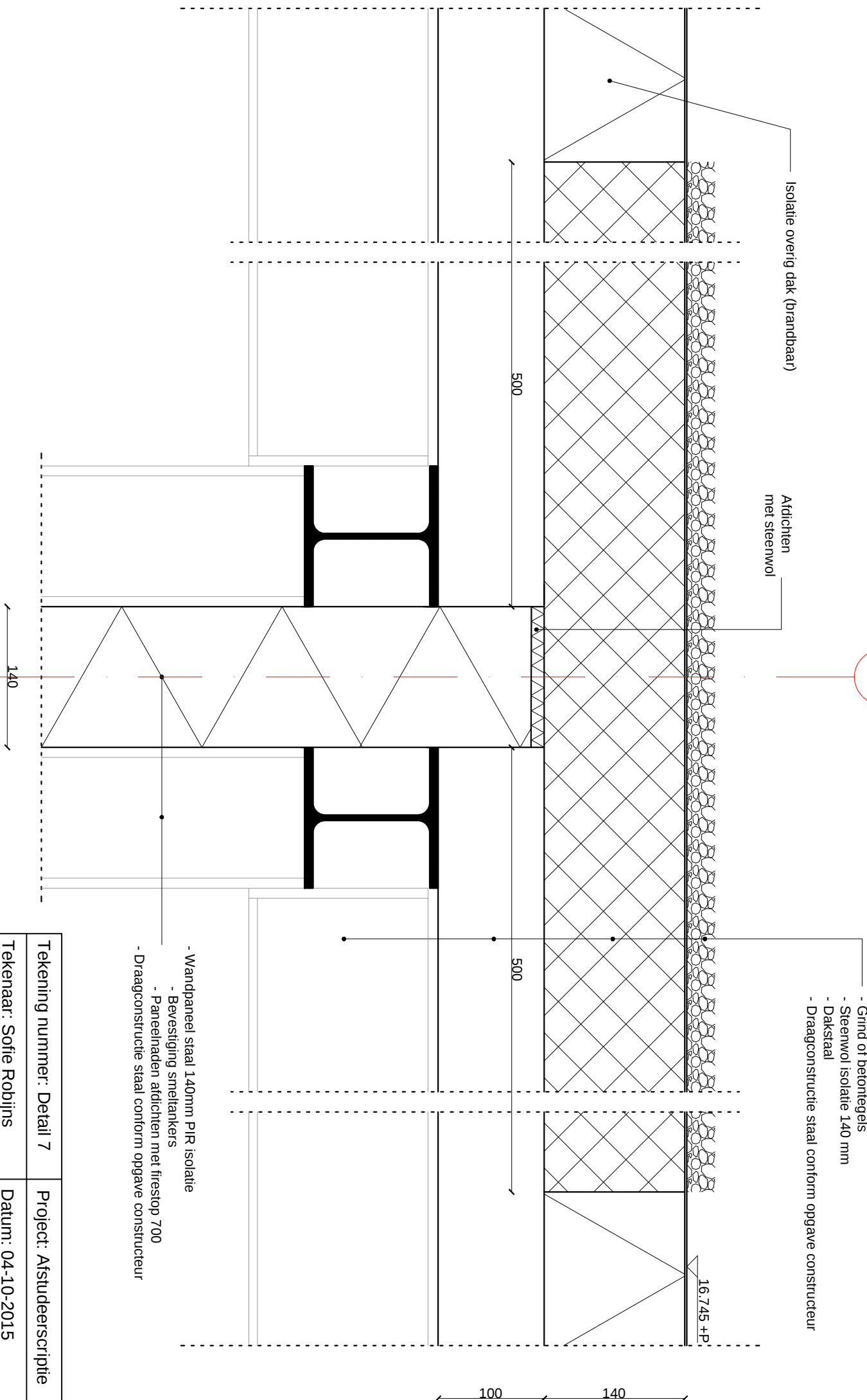
- Brandwand cellenbeton 150 mm
- Bevestiging onderlinge platen met strip van minimaal 60 x 4 mm
- Naden onderdelen afdichten met
- Draagconstructie staal conform opgabe constructeur



Tekening nummer: Detail 6	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 7

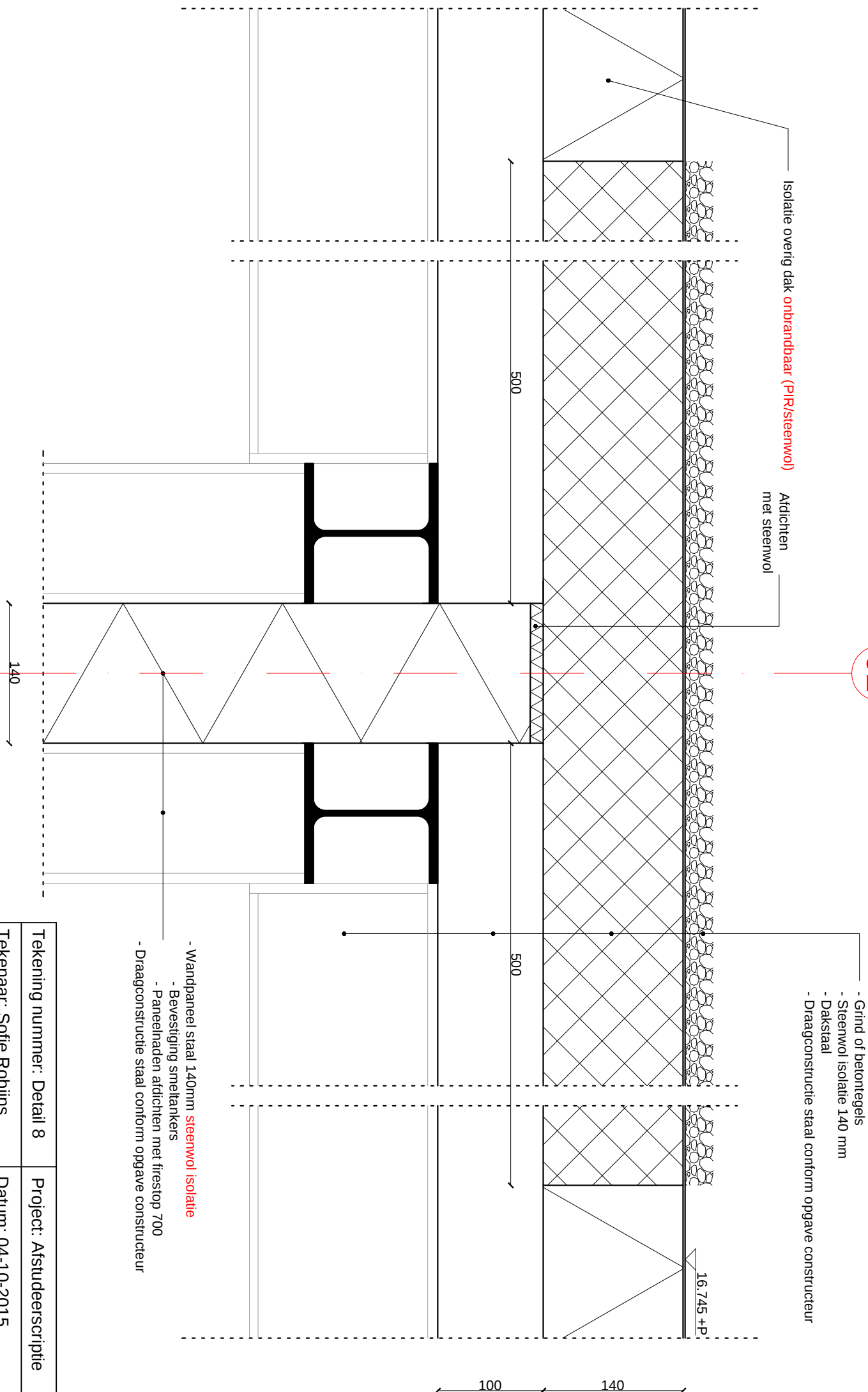
02



Tekening nummer: Detail 7	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 8

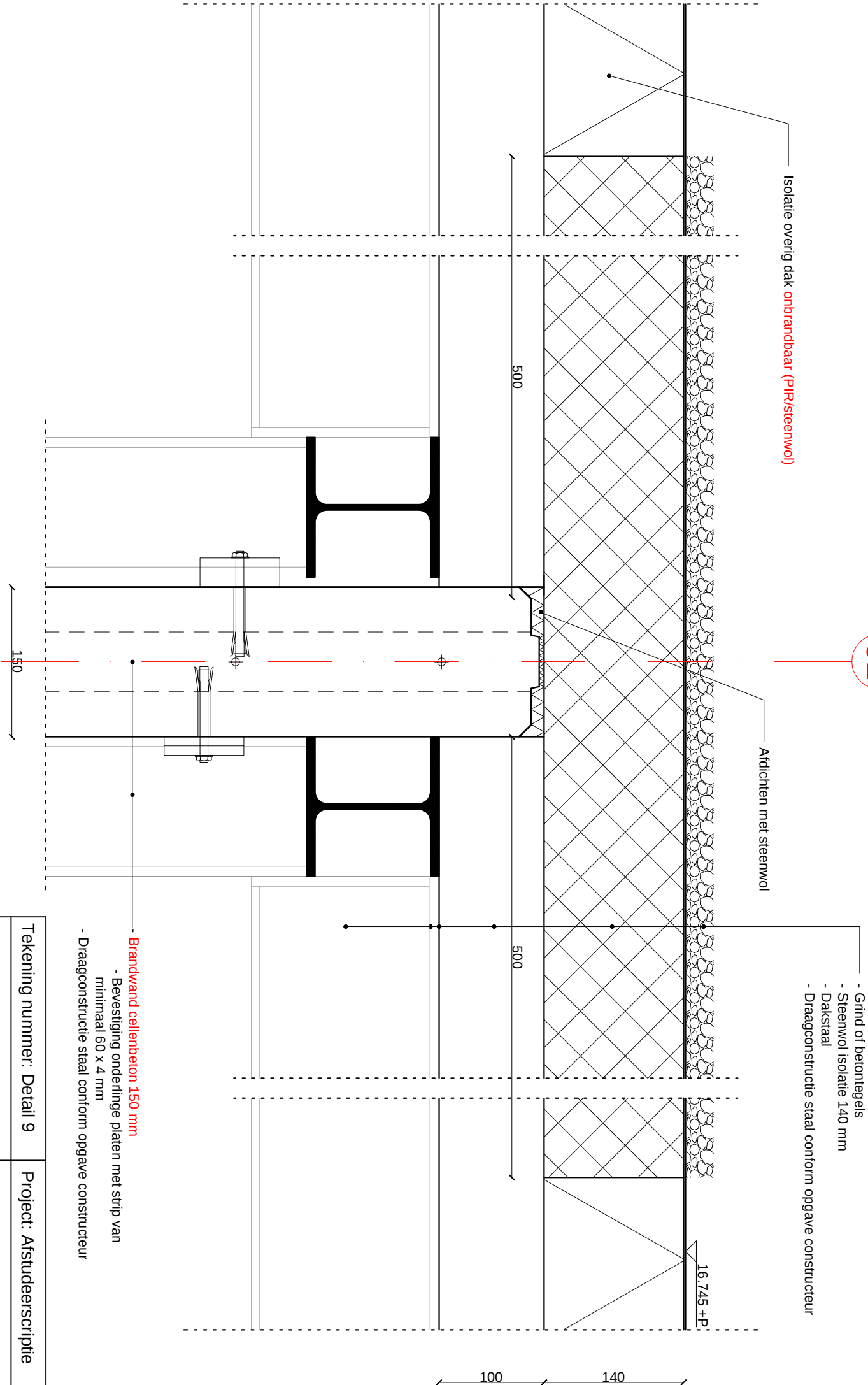
02



Tekening nummer: Detail 8	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 9

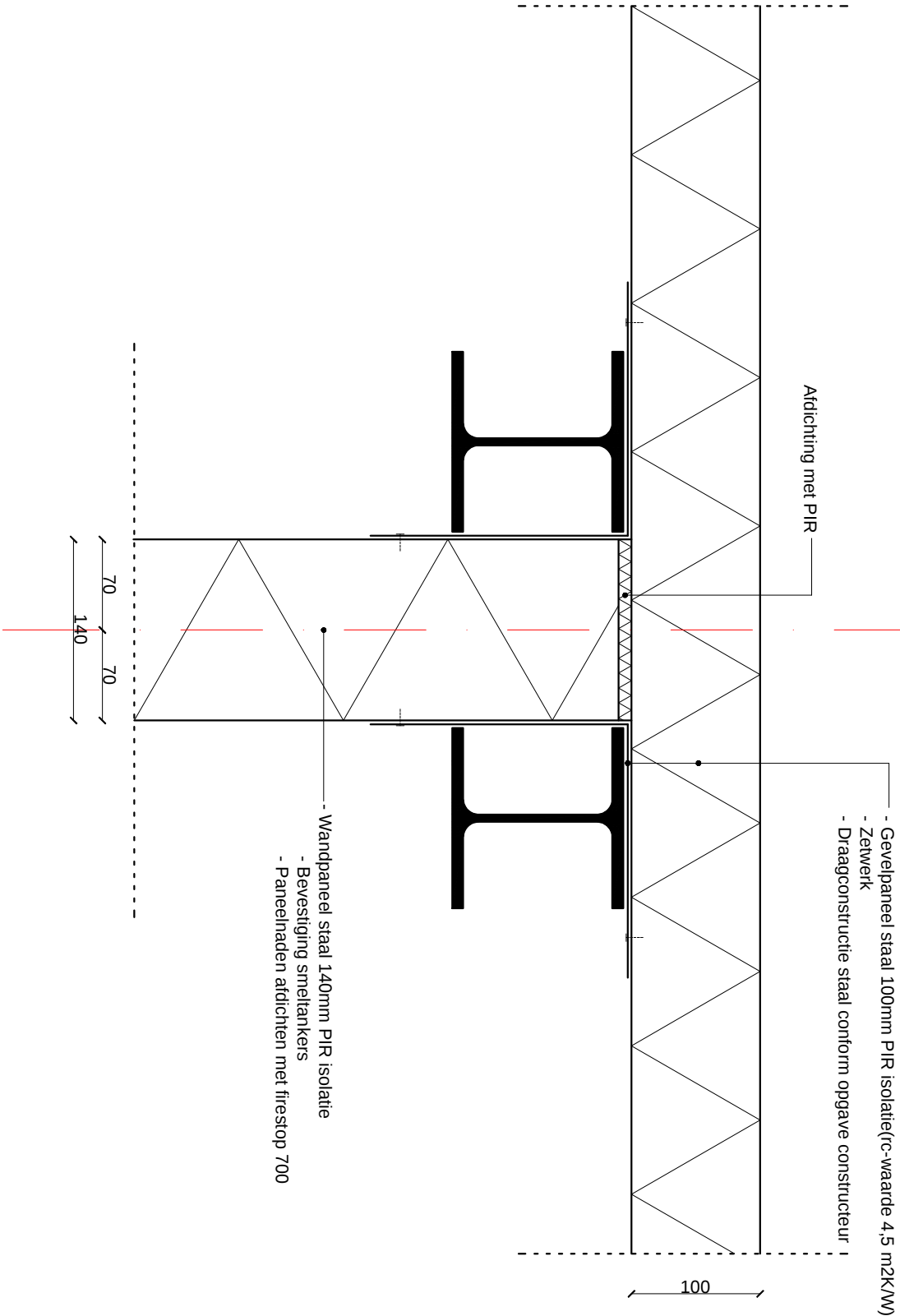
02



Tekening nummer: Detail 9	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

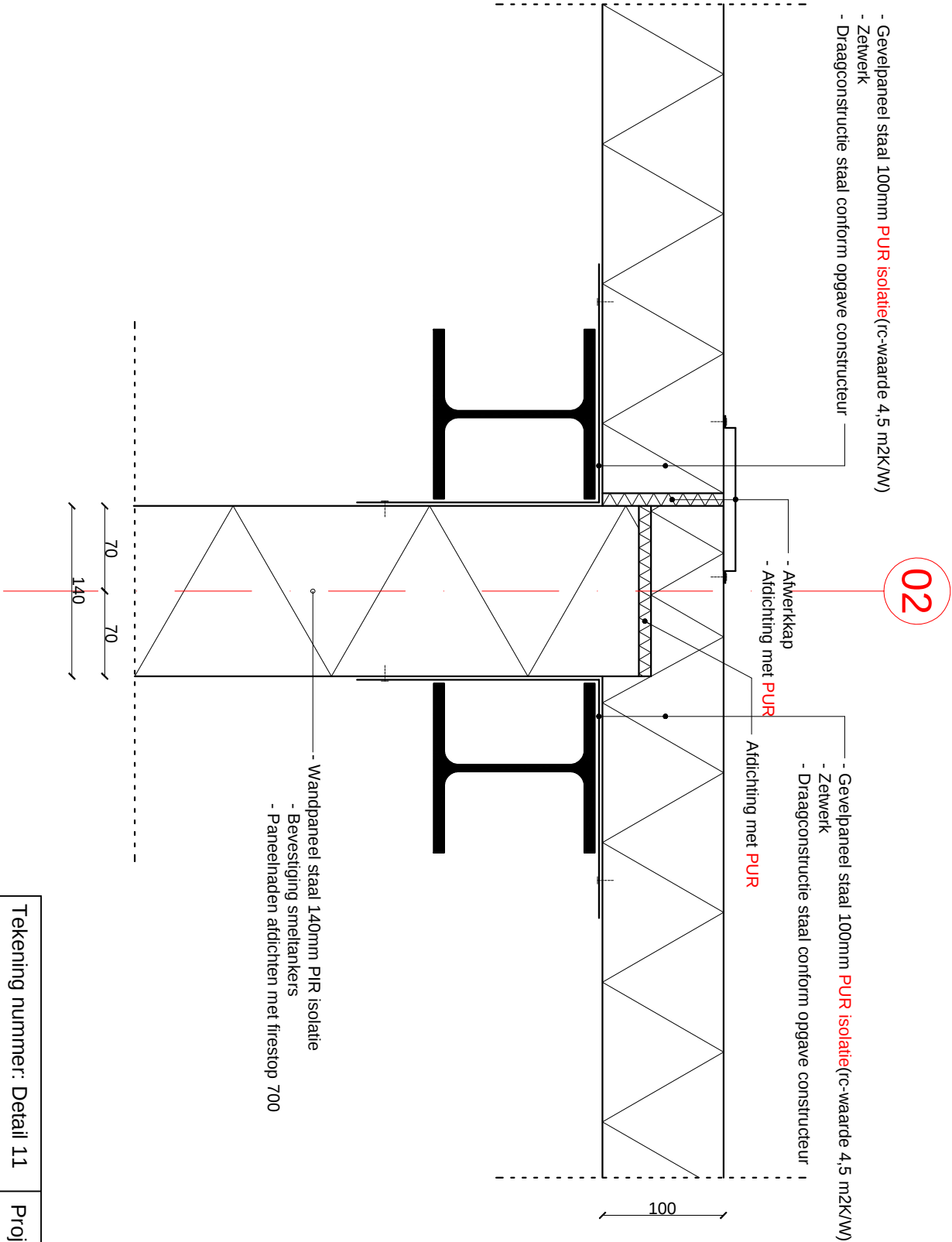
Detail 10

02



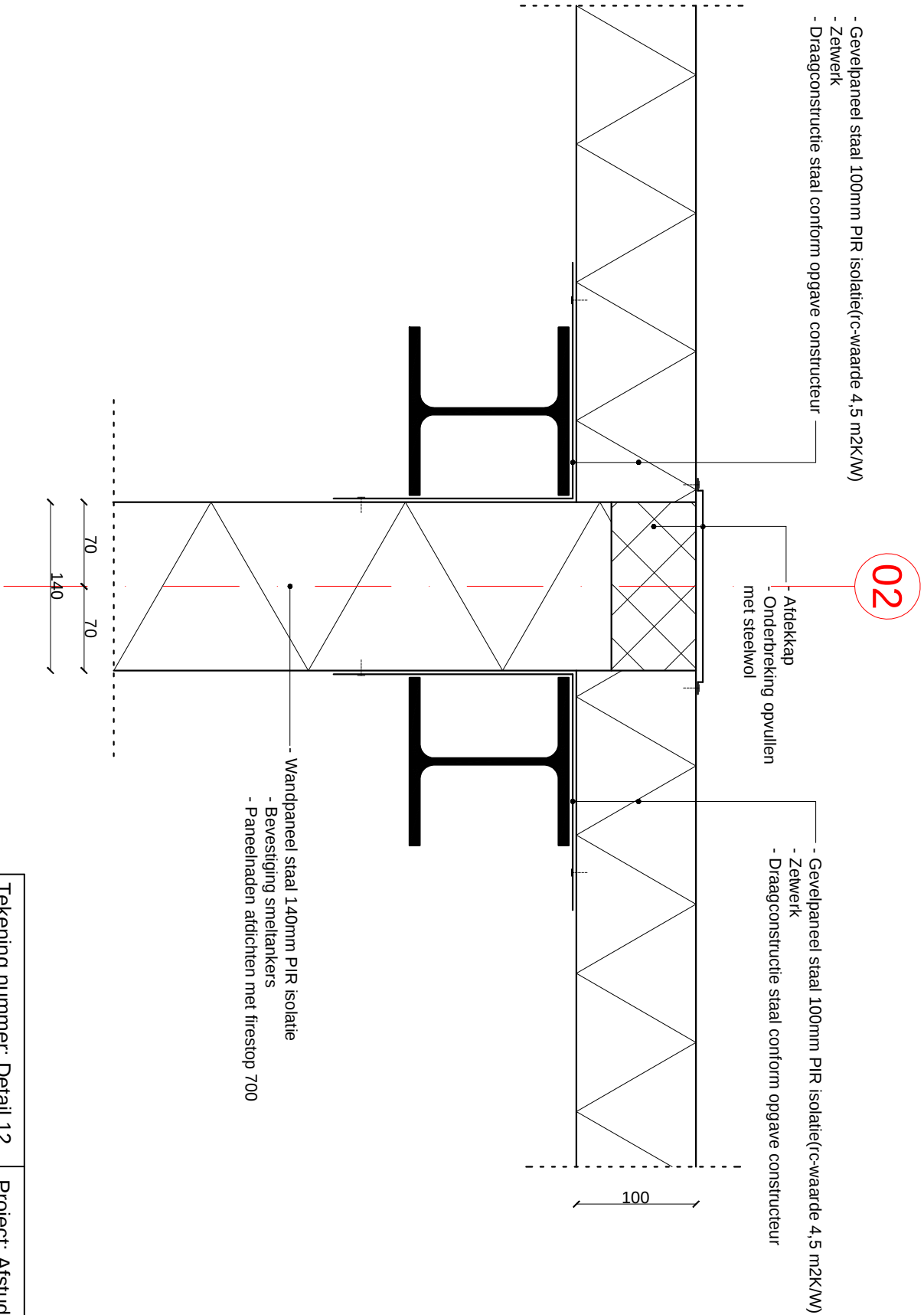
Tekening nummer: Detail 10	Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns	Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5	Formaat: A4

Detail 11



Tekening nummer: Detail 11		Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns		Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5		Formaat: A4

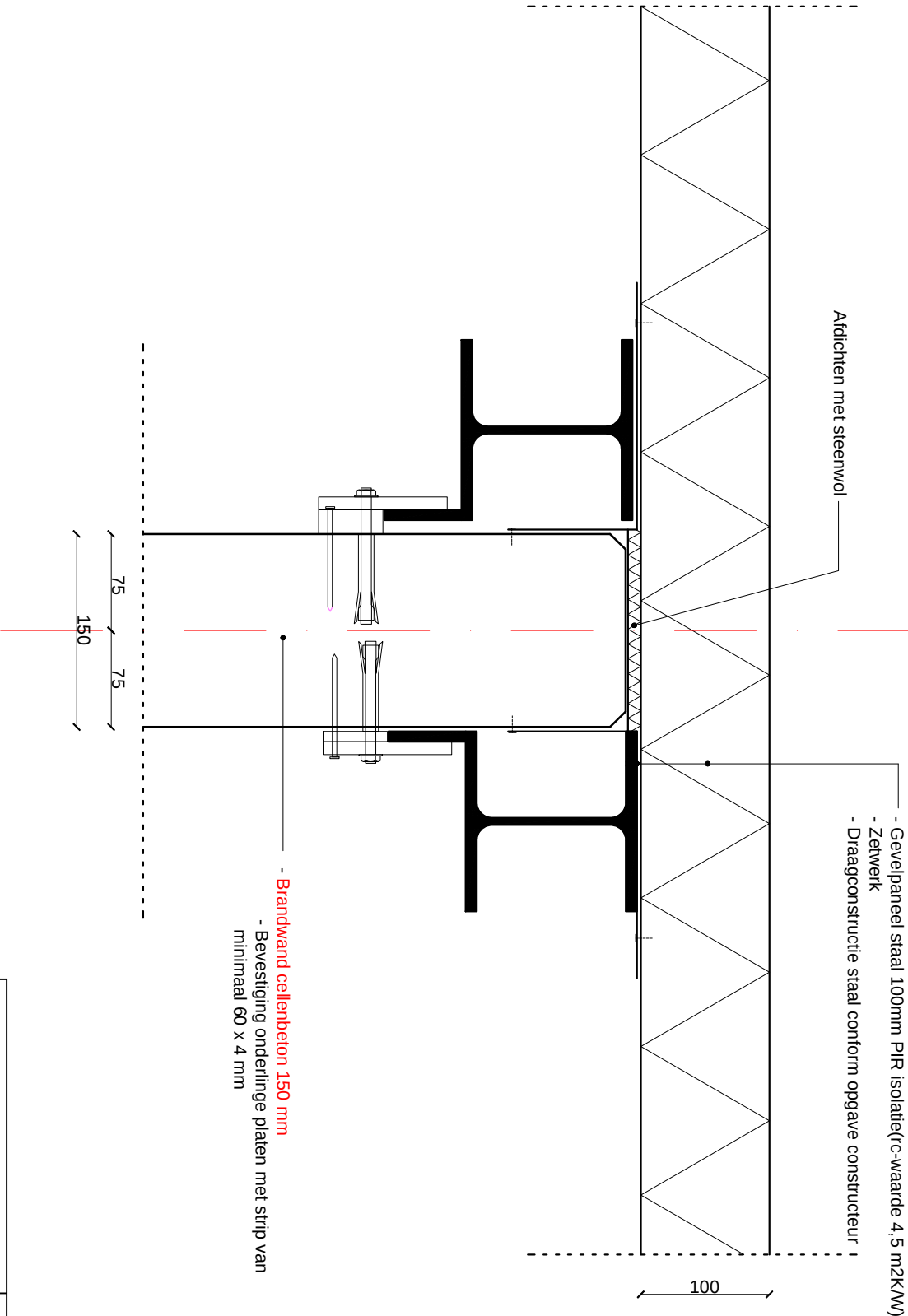
Detail 12



Tekening nummer: Detail 12		Project: Afstudeerscriptie
Tekenaar: Sofie Robijns		Datum: 04-10-2015
Schaal: 1:5		Formaat: A4

Detail 13

02



Tekening nummer: Detail 13

Project: Afstudeerscriptie

Tekenaar: Sofie Robijns

Datum: 04-10-2015

Schaal: 1:5

Formaat: A4

Bijlage 7

Faalkansen details volgens experts

Beoordeling scheiding op faalkans aan de hand van detailtekeningen

In bijgevoegde PDF bestand worden 13 details weergegeven. De details zijn gemaakt aan de hand van mijn onderzoek naar de betrouwbaarheid van brandscheidingen binnen industriehallen. De details zijn als volgt opgesteld en onderverdeeld:

- Details 1 t/m 3: Dak / wand aansluiting met doorlopende wand
- Details 4 t/m 6: Dak / wand aansluiting met doorlopend stalen dakplaat
- Details 7 t/m 9: Dak / wand aansluiting met onderbroken stalen dakplaat
- Details 10 t/m 13: Wand / gevel aansluiting (verschillende varianten)

Jullie beoordeling zal gebruikt worden om het “beste” detail vast te stellen en toe te passen in de projecttoepassing van mijn afstudeerscriptie. Later wordt aan de hand van deze faalkans de verwachte levensduur van het gebouw berekend aan de hand van het model “CascaDemodel - probabilistic building lifetime”.

Faalkans

Binnen mijn onderzoek wordt onderzocht hoe de detaillering van de brandscheidingen kan bijdragen aan de betrouwbaarheid van de brandscheidingen. Er wordt uitgegaan van een WBDBO van 60 minuten. Ik zou graag zien dat jullie de faalkans van het detail op 2 verschillende onderdelen beoordeelt:

- Faalkans van de scheidingswand zelf. Hoe groot is de kans dat de wand zelf bezwijkt?;
- Faalkans van de aangrenzende constructieonderdelen: dak of gevel inclusief de aansluitingen. Hoe groot is de kans dat de brandscheiding bezwijkt, uitgaande van de invloeden van de aangrenzende constructies?

Per onderdeel kan een faalkans gegeven worden op de volgende 3 onderwerpen:

- Hoe groot is de kans op falen door verkeerde uitvoering van het detail (bijvoorbeeld bereikbaarheid bij het afdichten van naden);
- Hoe groot is de kans op falen van de wand/het detail bij het herhaaldelijk testen op basis van de standaard brandkromme (EI60) van de wand/het detail;
- Hoe groot is de invloed van een veranderend brandscenario op het falen van de wand/het detail.

De faalkans wordt weergegeven in een getal tussen 0 en 1. Het getal 0 is daarbij een volledig betrouwbare brandscheiding, de faalkans is 0%. Het getal 1 is een volledig onbetrouwbare brandscheiding, de faalkans is 100%. De faalkansen graag weergeven in één tienden (bijv. 0,1 en niet 0,05).

Eventuele opmerkingen over de kwaliteit van de details of voorwaarde (die niet weergegeven staan in het detail) voor de faalkans mogen aangegeven worden bij de opmerkingen.

Expert 1

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
1	Faalkans: 0,3 Opmerkingen: aansluitingen tussen de wandpanelen zijn kritisch	Faalkans: 0,4 Opmerkingen aansluitingen tussen de wandpanelen zijn kritisch wandhoogte kritisch	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
2	Faalkans: 0,3 Opmerkingen: aansluitingen tussen de wandpanelen zijn kritisch	Faalkans: 0,4 Opmerkingen aansluitingen tussen de wandpanelen zijn kritisch wandhoogte kritisch	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
3	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen Mits thermische grendels goed werken	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen
4	Faalkans: 0,5 Opmerkingen: aansluitingen tussen de wandpanelen en aan bovenzijde wand zijn kritisch	Faalkans: 0,4 Opmerkingen aansluitingen tussen de wandpanelen en aan bovenzijde wand zijn kritisch wandhoogte kritisch	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
5	Faalkans: 0,3 Opmerkingen: aansluitingen tussen de wandpanelen en aan bovenzijde wand zijn kritisch	Faalkans: 0,4 Opmerkingen aansluitingen tussen de wandpanelen en aan bovenzijde wand zijn kritisch wandhoogte kritisch	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen Voorzieningen ter plaatse van dak zijn kritisch. Veel handelingen nodig, kan dus veel fout gaan	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen
6	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen Vooral de aansluiting en de vervorming van het dak zijn hier kritisch	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
7	Faalkans: 0,3 Opmerkingen: aansluitingen tussen de wandpanelen zijn kritisch	Faalkans: 0,4 Opmerkingen aansluitingen tussen de wandpanelen zijn kritisch wandhoogte kritisch	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen Vooral de aansluiting is hier kritisch	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
8	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
9	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen Aansluiting wand op isolatie kan kritisch zijn	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen
10	Faalkans: 0,3 Opmerkingen: Zie 1	Faalkans: 0,4 Opmerkingen Zie 1	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen
11	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,8 Opmerkingen
12	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,7 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
13	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen Afdichting is kritisch en lastig uitvoerbaar	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen

Expert 2

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
1	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
2	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
3	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen
4	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
5	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
6	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
7	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 <u>Opmerkingen</u> Afdichting tussen wand en dakplaat	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
8	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
9	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
10	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
11	Faalkans: 1 Opmerkingen:	Faalkans: 1 Opmerkingen	Faalkans: 1 Opmerkingen	Faalkans: 1 Opmerkingen	Faalkans: 1 Opmerkingen	Faalkans: 1 Opmerkingen
12	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
13	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen

Expert 3

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
1	Faalkans: 0,4 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
2	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
3	Faalkans: 0,2 Opmerkingen: Uitgangspunt = isolatie onder dakkap ook PIR isolatie	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen
4	Faalkans: 0,6 Opmerkingen:	Faalkans: 0,6 Opmerkingen	Faalkans: 0,6 Opmerkingen	Faalkans: 0,6 Opmerkingen	Faalkans: 0,6 Opmerkingen	Faalkans: 0,6 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
5	Faalkans: 0,5 Opmerkingen:	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
6	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
7	Faalkans: 0,5 Opmerkingen:	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
8	Faalkans: 0,4 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
9	Faalkans: 0,1 Opmerkingen:	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
10	Faalkans: 0,4 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
11	Faalkans: 0,4 Opmerkingen:	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
12	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
13	Faalkans: 0,2 Opmerkingen:	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen

Expert 4

	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
1	Faalkans: 0,1 Opmerkingen: Ik ga ervan uit dat de wand wordt uitgevoerd zoals getest. Als de wand niet wordt gemonteerd conform testresultaat, dan faalkans veel hoger (0,8 – 1,0)	Faalkans: 0,1 Opmerkingen Ik ga ervan dat een testresultaat redelijkerwijs reproduceerbaar is. D.w.z. dat de brandwerendheid $\pm 5\%$ zal zijn.	Faalkans: 0,2 Opmerkingen Sandwich panelen wanden zijn niet heel gevoelig voor andere scenario's.	Faalkans: 0,2 Opmerkingen Hier zijn weinig testresultaten van bekend. Pure inschatting.	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
2	Faalkans: 0,1 Opmerkingen: Ik maak geen onderscheid tussen steenwol en PIR isolatie. Ik ga er van uit dat beide varianten zijn getest.	Faalkans: 0,1 Opmerkingen Daarom kopieer ik hier de faalkansen van Detail 1.	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
3	Faalkans: 0,05 Opmerkingen: Cellenbeton acht ik wat "robuuster" dan de sandwich panelen. Daarom	Faalkans: 0,05 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen

	heb ik de faalkansen wat lager gesteld.					
4	Faalkans: 0,3 Opmerkingen: Hierbij acht ik de faalkans groter dan bij resp. 1, 2 en 3.	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
5	Faalkans: 0,3 Opmerkingen:	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen
6	Faalkans: 0,2 Opmerkingen:	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
7	Faalkans: 0,2 Opmerkingen: Hierbij acht ik de faalkans ergens tussen de waarden voor resp. 1, 2 en 3 en resp. 4, 5 en 6..	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen

8	Faalkans: 0,2 Opmerkingen:	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
9	Faalkans: 0,15 Opmerkingen:	Faalkans: 0,15 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
10	Faalkans: 0,1 Opmerkingen: Ik ga ervan uit dat de wand wordt uitgevoerd zoals getest. Als de wand niet wordt gemonteerd conform testresultaat, dan faalkans veel hoger (0,8 – 1,0)	Faalkans: 0,1 Opmerkingen Ik ga ervan dat een testresultaat redelijkerwijs reproduceerbaar is. D.w.z. dat de brandwerendheid $\pm 5\%$ zal zijn.	Faalkans: 0,2 Opmerkingen Sandwich panelen wanden zijn niet heel gevoelig voor andere scenario's.	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen
11	Faalkans: 0,1 Opmerkingen: Zelfde als bij 10.	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,4 Opmerkingen Meer kritisch dan 10.	Faalkans: 0,4 Opmerkingen	Faalkans: 0,5 Opmerkingen

12	Faalkans: 0,1 Opmerkingen: Zelfde als bij 10.	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen Minder kritisch dan 10.	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen
	Scheidingswand			Aangrenzende constructieonderdelen		
Detail	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.	Uitvoering	Herhaaldelijk testen	Veranderend brandsc.
13	Faalkans: 0,05 Opmerkingen: Cellenbeton acht ik wat "robuuster" dan de sandwich panelen. Daarom heb ik de faalkansen wat lager gesteld.	Faalkans: 0,05 Opmerkingen	Faalkans: 0,1 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,2 Opmerkingen	Faalkans: 0,3 Opmerkingen

Bijlage 8

Vergelijking faalkansen details

[illegible]

In **tabel 3,2** wordt de gemiddelde faalkans van het detail volgens de expert weergegeven. Elke expert heeft 6 faalkansen gegeven aan elk detail. De getallen in **tabel 3,2** zijn de optelsom van de faalkansen van de detailonderdelen per expert, gedeeld door 6. De afwijking van de gemiddelde faalkansen staat aangegeven in groen (0-0,1), oranje (0,11-0,2) en rood ($\geq 0,21$). De details die qua beoordeling van de experts het minst van elkaar afwijken zijn de details die het best beoordeeld zijn.

	E1	E2	E3	E4
1	0,37	0,23	0,43	0,18
2	0,33	0,23	0,37	0,18
3	0,10	0,13	0,20	0,10
4	0,57	0,27	0,60	0,38
5	0,50	0,27	0,45	0,38
6	0,25	0,22	0,30	0,28
7	0,40	0,25	0,50	0,28
8	0,37	0,25	0,40	0,28
9	0,17	0,17	0,17	0,20
10	0,48	0,25	0,40	0,23
11	0,60	1,00	0,40	0,28
12	0,40	0,23	0,30	0,18
13	0,17	0,17	0,22	0,15

Afwijking gemiddelde 0,2 of hoger
 Afwijking gemiddelde 0,1 - 0,2
 Afwijking gemiddelde 0 - 0,1

Tabel 3.2. Gemiddelde faalkansen per expert per detail, volgens de experts.

Bijlage 9

BREEAM beoordeling

BREEAM beoordeling

Binnen BREEAM wordt een gebouw beoordeeld op bouwkundige elementen, installaties, afwerking en de bouwkavel. Beoordelingen kunnen gemaakt worden voor nieuwbouw, grootschalige renovaties van bestaande gebouwen en uitbreidingen aan een bestaand gebouw. Een BREEAM beoordeling kan gemaakt worden voor een gebouw met een kantoorfunctie, winkelfunctie, onderwijsfunctie, industrie functie, woonfunctie, logiesfunctie en een bijeenkomstfunctie. Het is ook mogelijk om een beoordeling te maken voor een gebouw met meerdere gebruiksfuncties.

Er kunnen voor het project credits gehaald worden binnen 8 verschillende categorieën: management, gezondheid, energie, transport, water, materialen, afval, landgebruik en ecologie en vervuiling. Na het bepalen van de credits wordt er per categorie vastgesteld hoeveel credits behaald zijn ten opzichte van hoeveel credits beschikbaar zijn (percentage). Aan de hand van dit percentage wordt met een wegingsfactor bepaald wat de uiteindelijke score is per categorie, zie tabel 3. De wegingsfactor wordt gebruikt om het belang per categorie weer te geven. De categorie materialen wordt bijvoorbeeld belangrijker gevonden dan de categorie water. De percentages van de score per categorie worden opgeteld, waarna de totaalscore is bepaald. Aan de hand van de totaalscore wordt het aantal sterren bepaald, zie tabel 4. Aan de kwalificatie "Outstanding" worden nog aanvullende eisen gesteld, in dit onderzoek zijn deze eisen en deze kwalificatie niet van toepassing.

BREEAM-NL Categorie	Weging
Management	12 %
Gezondheid en comfort	15 %
Energie	19 %
Transport	8 %
Water	6 %
Materialen	12,5 %
Afval	7,5 %
Landgebruik en ecologie	10 %
Vervuiling	10 %

Tabel 3. Wegingsfactoren per categorie.

BREEAM-NL kwalificatie	Sterren	Score
Pass		≥ 30%
Good		≥ 45%
Very good		≥ 55%
Excellent		≥ 70%
Outstanding*		≥ 85%

Tabel 4. Eindscore van een BREEAM beoordeling. (* voor de kwalificatie "Outstanding" worden nog aanvullende eisen gesteld.

In tabel 5 en 6 wordt een voorbeeld voor een BREEAM beoordeling weergegeven. In tabel 5 wordt het bruto vloer oppervlak (BVO) per gebruiksfunctie weergegeven. Het totaal aan BVO bedraagt $12.000 + 5.000 = 17.000 \text{ m}^2$. 70,59% van het totale BVO wordt als industrie functie gebruikt, 29,41% van het totale BVO wordt als kantoorfunctie gebruikt. In tabel 6 worden in de eerste kolom de behaalde credits weergegeven, waarbij onderscheidt gemaakt wordt in de credits voor de industrie functie en de credits voor de kantoorfunctie. In de 2^e kolom wordt weergegeven hoeveel credits beschikbaar waren per categorie. In de 3^e kolom wordt het

percentage van de behaalde credits ten opzichte van de beschikbare credits weergegeven. De kolom “naar ratio” geeft het percentage van de behaalde credit weer, waarbij rekening is gehouden met het percentage BVO. In de kolom “categorie weging” wordt het percentage naar ratio keer de categorieweging gedaan, waar de categorie score (laatste kolom) uit volgt.

Bijvoorbeeld: de categorie Materialen heeft 61,54% van de te behalen credits gehaald voor de industriefunctie en 47,06% voor de kantoorfunctie. De industriefunctie beslaat 70,59% van het gebouw: $(61,54\% \times 70,59\%) / 100\% = 43,44\%$. De kantoorfunctie beslaat 29,41% van het gebouw: $(47,06\% \times 29,41\%) / 100\% = 13,84\%$. $43,44\% + 13,84\% = 57,28\%$. Het percentage “naar ratio” wordt keer de categorie weging gedaan: $(57,28\% \times 12,5\%) / 100\% = 7,16\%$ (categorie score). De categorie scores worden bij elkaar opgeteld, waar de totaalscore uit volgt: 61,60%. Aan de hand van de totaalscore wordt het aantal sterren bepaald, zie tabel 4.

Gebouwfunctie	BVO	% van totaal
Industrie	12.000	70,59 %
Kantoor	5.000	29,41 %

Tabel 5. Voorbeeld van een BREEAM beoordeling: BVO per gebruiksfunctie.

BREEAM-NL categorie	Credits behaald		Credits beschikbaar		% van Credits behaald		Naar rato	Categorie weging	Categorie score
	industrie	kantoor	Industrie	Kantoor	Industrie	Kantoor			
Management	7	7	13	13	53,85 %	53,85 %	53,85 %	12 %	6,46 %
Gezondheid	6	9	8	14	75,00 %	64,29 %	71,85 %	15 %	10,78 %
Energie	15	15	26	26	57,69 %	57,69 %	57,69 %	19 %	10,96 %
Transport	8	8	12	12	66,67 %	66,67 %	66,67 %	8 %	5,33 %
Water	6	6	9	9	66,67 %	66,67 %	66,67 %	6 %	4,00 %
Materialen	8	8	13	17	61,54 %	47,06 %	57,28 %	12,5 %	7,16 %
Afval	4	4	7	7	57,14 %	57,14 %	57,14 %	7,5 %	4,29 %
Landgebruik & Ecologie	5	5	12	12	41,67 %	41,67 %	41,67 %	10 %	4,17 %
Vervuiling	6	6	11	11	54,55 %	54,55 %	54,55 %	10 %	5,45 %
Innovatie: Exemplary performance + Innovatie credits: MAN 3, HEA 1, TRA 3									3 %
Totaalscore									61,60%
BREEAM-NL sterren									3 sterren

Tabel 6. Voorbeeld van een BREEAM beoordeling: credits per categorie.

Aan het behalen van een aantal sterren worden een aantal verplichte credits vereist. In de tabel bijzondere credits (4 pagina's verder) is in een tabel weergegeven aan welke categorie-onderdelen een minimaal aantal credits worden vereist (zwart omkaderd).

MAT 5: Onderbouwde herkomst van materialen

Dit onderdeel van de categorie materialen wordt beschreven als “Het stimuleren van de toepassing van materialen met een onderbouwde/verantwoorde herkomst in de hoofdbouwdelen”. Voor dit onderdeel kunnen maximaal 4 credits gehaald worden. In tabel 9 wordt weergegeven welke criteria gesteld worden om een aantal credits op te leveren. Voor het bepalen van het aantal verdiende credits wordt gebruik gemaakt van de MAT 5-calculator. Voor het project dat gebruik wordt voor de projecttoepassing geen punten zijn toegekend voor MAT 5. Van alle materialen die in het huidige projectgebouw worden toegepast, zullen in het nieuwe projectgebouw enkel de isolatiematerialen worden aangepast wat enkel 1 credit op zou kunnen leveren. Er is daarom besloten om binnen dit onderzoek geen verdere aandacht te besteden aan MAT 5.

1	1 punt	minimaal 80 volume% van de gebruikte materialen voor schilisolatie en isolatie van installatieonderdelen een onderbouwde/verantwoorde herkomst heeft. Het aantal punten is berekend door de MAT 5-calculator, tabblad isolatie en 100% van het gebruikte hout is duurzaam geproduceerd.
2	1 punt	minimaal 80 volume% van de gebruikte materialen in elk van de hoofdbouwdelen een onderbouwde/verantwoorde herkomst heeft, het aantal punten berekend door de MAT 5-calculator* ≥ 5 en < 10 is, en 100% van het gebruikte hout duurzaam is geproduceerd.
3	2 punten	minimaal 80 volume% van de gebruikte materialen in elk van de hoofdbouwdelen een onderbouwde/verantwoorde herkomst heeft, het aantal punten berekend door de MAT 5 calculator* ≥ 10 en < 15 is en 100% van het gebruikte hout duurzaam is geproduceerd.
4	3 punten	minimaal 80 volume% van de gebruikte materialen in elk van de hoofdbouwdelen een onderbouwde/verantwoorde herkomst heeft, het aantal punten berekend door de MAT 5-calculator* ≥ 15 en < 20 is en 100% van het gebruikte hout duurzaam is geproduceerd.
5	4 punten	dat minimaal 80 volume% van de gebruikte materialen in elk van de hoofdbouwdelen een onderbouwde/verantwoorde herkomst heeft en het aantal punten berekend door de MAT 5-calculator* ≥ 20 is en 100% van het gebruikte hout duurzaam is geproduceerd.

Tabel 9. Creditcriteria MAT 5. ⁽¹²⁾

MAT 7: Robuust ontwerpen

Dit onderdeel van de categorie materialen wordt beschreven als “Het identificeren en stimuleren van maatregelen ter bescherming van blootgestelde gebouwdelen en terreininrichting, waardoor de vervangingsfrequentie hiervan wordt geminimaliseerd”. Voor dit onderdeel kan maximaal 1 credit gehaald worden. In tabel 10 wordt weergegeven welke criteria gesteld worden om een credit op te leveren. MAT 7 heeft betrekking op het beschermen van vloeren, wanden en deuren tegen schade door bijvoorbeeld druk voetgangersverkeer en het gebruik van steek- en/of palletwagens. Veelal wordt deze bescherming gerealiseerd door het toepassen van robuuste wanden (tot 2 meter), metalen platen als bescherming van de deuren en kozijnen, het plaatsen van paaltjes etc. Aangezien deze maatregelen geen negatief effect hebben op de brandveiligheid, en er slechts 1 credit verdient kan worden op het gebied van robuust ontwerpen, is besloten in dit onderzoek geen verdere aandacht te besteden aan MAT 7.

1	1 punt	bescherming is aangebracht aan gedeelten van het gebouw met een verhoogd risico op beschadigingen, bijvoorbeeld ter plaatse van ruimten met druk voetgangersverkeer of waar voertuig- of (steek)wagentransport plaatsvindt.
---	---------------	---

Tabel 10. Creditcriteria MAT 7. ⁽¹²⁾

MAT 8: Gebouwflexibiliteit

Dit onderdeel van de categorie materialen wordt beschreven als “Het stimuleren van het ontwikkelen van gebouwen met een hoge mate van flexibiliteit”. Voor dit onderdeel kunnen maximaal 4 credits gehaald worden. In tabel 11 wordt weergegeven welke criteria gesteld worden om een aantal credits op te leveren. MAT 8 is niet van toepassing op een gebouw met industriefunctie (zie 2 pagina’s verder, oranje omkadering) en wordt daarom niet verder behandeld in dit onderzoek.⁽¹²⁾

1	1 punt	De score berekend door de rekentool Gebouwflexibiliteit is $\geq$ 33%.
2	2 punten	De score berekend door de rekentool Gebouwflexibiliteit is $\geq$ 50%.
3	3 punten	De score berekend door de rekentool Gebouwflexibiliteit is $\geq$ 67%.
4	4 punten	De score berekend door de rekentool Gebouwflexibiliteit is $\geq$ 84%.

Tabel 11. Creditcriteria MAT 8.⁽¹²⁾

Tabel Bijzonderheden credits

			Functies							Verplichte credits					credit		
		Punten	Kantoor	Winkel	Onderwijs	Industrie	Woningen	Logies	Bijeenkomst	1 ster	2 sterren	3 sterren	4 sterren	5 sterren	Default credit	Filtercredit	Projectgebonden
Management																	
MAN 1	Prestatieborging	3	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	2	3			x
MAN 2	Bouwplaats en omgeving	2	x	x	x	x	x	x	x				1	2			x
MAN 3	Milieu-impact bouwplaats	4	x	x	x	x	x	x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
MAN 4	Gebruikershandleiding	1	x	x	x	x	x	x	x				1	1			x
MAN 6	Consultatie	1	x	x	x	x	x	x	x								x
MAN 8	Veiligheid	1	x	x	x	x	x	x	x								x
MAN 9	Kennisoverdracht	1	x	x	x	x	x	x	x					1			x
MAN 11	Onderhoudsgemak	1	x	x	x	x		x	x								x
MAN 12	Levenscycluskostenanalyse	2	x	x	x	x	x	x	x								x
Gezondheid																	
HEA 1	Daglichttoetreding	1	x	x	x		x	x	x								
	Exemplary performance	1%	x	x	x		x	x	x								
HEA 2	Uitzicht	1	x	x	x	x			x								
HEA 3	Tegengaan lichthinder	1	x		x				x								
HEA 4	Hoogfrequente verlichting	1	x	x	x	x			x	1	1	1	1	1			x
HEA 5	Kunstverlichting binnen en buiten	1	x	x	x	x			x								x
HEA 6	Lichtregeling	1	x		x			x	x								
HEA 7	Spuiventilatie	1	x		x			x	x								x
HEA 8	Interne luchtkwaliteit	2	x	x	x	x	x	x	x								x
HEA 9	Vluchtige organische verbindingen	1	x	x	x	x		x	x								x
HEA 10	Thermisch comfort	2	x	x	x	x	x	x	x								
HEA 11	Temperatuurregeling	1	x		x			x	x								
HEA 13	Akoestiek	1	x		x		x	x	x								
HEA 14	Privébuitenruimte	1					x										x
HEA 15	Toegankelijkheid	2					x										x
Energie																	
ENE 1	CO2-emissiereductie	15	x	x	x	x	x	x	x				6	10			x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
ENE 2a	Subbimatering energieverbruiken – overige functies	2	x	x	x	x		x	x			1	1	1			x
ENE 2b	Subbimatering energieverbruiken –woningen	2					x					1	1	1			x
ENE 4	Energiezuinige buitenverlichting	1	x	x	x	x	x	x	x						x		x
ENE 5	Toepassing van hernieuwbare energie	3	x	x	x	x	x	x	x				1	1			x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
ENE 6	Minimalisatie lichtinfiltratie laad-/losplatforms	1	x	x	x	x		x	x							x	x
ENE 7a	Energiezuinige koel- en vriesopslag – overige functies	1	x		x	x			x								x
ENE 7b	Energiezuinige koel- en vriesopslag – winkel en logies	2		x				x								x	x

		Functies								Verplichte credits					credit		
		Punten	Kantoor	Winkel	Onderwijs	Industrie	Woningen	Logies	Bijeenkomst	1 ster	2 sterren	3 sterren	4 sterren	5 sterren	Default credit	Filtercredit	Projectgebonden
ENE 8	Energiezuinige liften	2	x	x	x	x	x	x	x							x	x
ENE 9	Energiezuinige roltrappen en rolpaden	1	x	x	x	x	x	x	x							x	x
ENE 26	Waarborging thermische kwaliteit gebouwschil	2	x	x	x	x	x	x	x								x
Transport																	
TRA 1a	Aanbod van ov – kantoren, scholen, industrie	2	x		x	x											x
TRA 1b	Aanbod van ov – winkel, logies, bijeenkomst	4		x				x	x								x
TRA 1c	Aanbod van ov – woonfunctie	2					x										x
TRA 2	Afstand tot basisvoorzieningen	1	x	x	x	x	x	x	x								x
TRA 3a	Alternatief vervoer – overige functies	2	x	x	x	x		x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x		x	x								x
TRA 3b	Alternatief vervoer – woningen	2					x										x
	Exemplary performance	1%					x										x
TRA 4	Voetgangers- en fietsersveiligheid	2	x	x	x	x		x	x						x		x
TRA 5	Vervoersplan en parkeerbeleid	3	x	x	x	x		x	x								x
TRA 7	Vervoersinformatiepunt	1	x	x	x	x		x	x								x
TRA 8	Toelevering en manoeuvreren	1	x	x	x	x		x	x								x
Water																	
WAT 1a	Waterverbruik – overige functies	3	x	x	x	x		x	x		1	1	1	2			x
WAT 1b	Waterverbruik – woningen	2					x				1	1	1	2			x
WAT 2	Watermeter	1	x	x	x	x		x	x		1	1	1	1			x
WAT 3	Lekdetectie hoofdwateraanluiting	1	x	x	x	x		x	x								x
WAT 4	Zelfsluitende watertoevoer sanitair	1	x	x	x	x		x	x								
WAT 5	Recycling van water	1	x	x	x	x	x	x	x								x
WAT 6	Irrigatiesystemen	1	x	x	x	x	x	x	x							x	x
WAT 7	Voertuigwasservice	2		x		x		x								x	x
Materialen																	
MAT 1	Bouwmaterialen	8	x	x	x	x	x	x	x			1	1	1			x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
MAT 5	Onderbouwde herkomst van materialen	4	x	x	x	x	x	x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
MAT 7	Robuust ontwerpen	1	x	x	x	x		x	x								x
MAT 8	Gebouwflexibiliteit	4	x	x	x			x	x								x
Afval																	
WST 1	Afvalmanagement op de bouwplaats	3	x	x	x	x	x	x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
WST 2	Gebruik van secundair materiaal	1	x	x	x	x		x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x		x	x								x
WST 3a	Opslagruimte voor hergebruik afval – overige functies	1	x	x	x	x		x	x				1	1			x
WST 3b	Opslagruimte voor hergebruik afval – woningen	1					x						1	1			x
WST 5	Compost	1	x	x		x	x	x	x							x	x
WST 6	Inrichting	1	x	x		x		x	x								x

		Functies								Verplichte credits					credit		
		Punten	Kantoor	Winkel	Onderwijs	Industrie	Woningen	Logies	Bijeenkomst	1 ster	2 sterren	3 sterren	4 sterren	5 sterren	Default credit	Filtercredit	Projectgebonden
Landgebruik en ecologie																	
LE 1	Hergebruik van land	5	x	x	x	x	x	x	x						x		x
LE 2	Verontreinigde bodem	2	x	x	x	x		x	x								x
LE 3	Aanwezige planten en dieren op de locatie	1	x	x	x	x	x	x	x								x
LE 4	Planten en dieren als medegebruiker van het plangebied	2	x	x	x	x	x	x	x			1	1	1			x
LE 6	Duurzaam medegebruik van planten en dieren op de lange termijn	1	x	x	x	x		x	x								x
LE 9	Efficiënt grondgebruik	2					x										x
Vervuiling																	
POL 1	GWP van koudemiddelen voor klimatisering	1	x	x	x	x	x	x	x						x		x
POL 2	Voorkomen van lekkages van koudemiddelen	2	x	x	x	x		x	x						x		x
POL 3	GWP van koudemiddelen voor warenkoeling	1	x	x	x	x		x	x								
POL 4	Ruimteverwarminggerelateerde NOx-ermissie	3	x	x	x	x	x	x	x								x
	Exemplary performance	1%	x	x	x	x	x	x	x								x
POL 6	Afstromend regenwater	3	x	x	x	x	x	x	x								x
POL 7	Minimalisering lichtvervuiling	1	x	x	x	x		x	x						x		x
POL 8	Geluidsoverlast	1	x	x	x	x		x	x						x		x
CASESTUDY			x	x	x	x	x	x	x					x			

Tabel 8 Bijzonderheden credits

Bijlage 10

Voorbeelden “Cascademodel probabilistic building lifetime”

Concept 1:**Gebouw van 10.000 m², afbrandscenario**

De probabilistische gebouwlevensduur ten gevolge van brand wordt voornamelijk bepaald door de kans op een afbrandscenario gedurende de levensduur van het gebouw. Een afbrandscenario is acceptabel wanneer de publiekrechtelijke veiligheidsdoelen (voorkomen van slachtoffers en branduitbreiding naar buurpercelen) worden gerealiseerd. Desondanks is het vanuit duurzaamheidsoogpunt gezien het minst duurzame brandveiligheidsconcept.

De meest extreme situatie is een brandbeveiligingsconcept waarin elk brandscenario leidt tot een afbrandscenario. De veiligheidsdoelen moeten geheel worden gerealiseerd met de laatste line of defense (LOD3); de voorliggende lines of defense (LOD1 en LOD2) bezitten een faalkans van 1 of zijn niet aanwezig. Voor een gebouw van 10.000 m² met een ontstaanskans op brand van $2 \cdot 10^{-5}$ per m² (bij voorbeeld een kantoorfunctie) wordt daarmee een probabilistische gebouwlevensduur bereikt van 40 jaar, ten opzichte van een ontwerp levensduur van 50 jaar.

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

Example

Scenario: burn down scenario (LOD3)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire: $2.00E-05 \text{ m}^{-2}$

Max compartment area: 1000 m^2 A(comp)

Building area: 10000 m^2 A(build)

Probability local fire: $2.00E-01$ P(local)

LOD1 failure 1 suppression (automatic/manual/none)

LOD2a failure 1 separation construction (fire resistance/openings/core material)

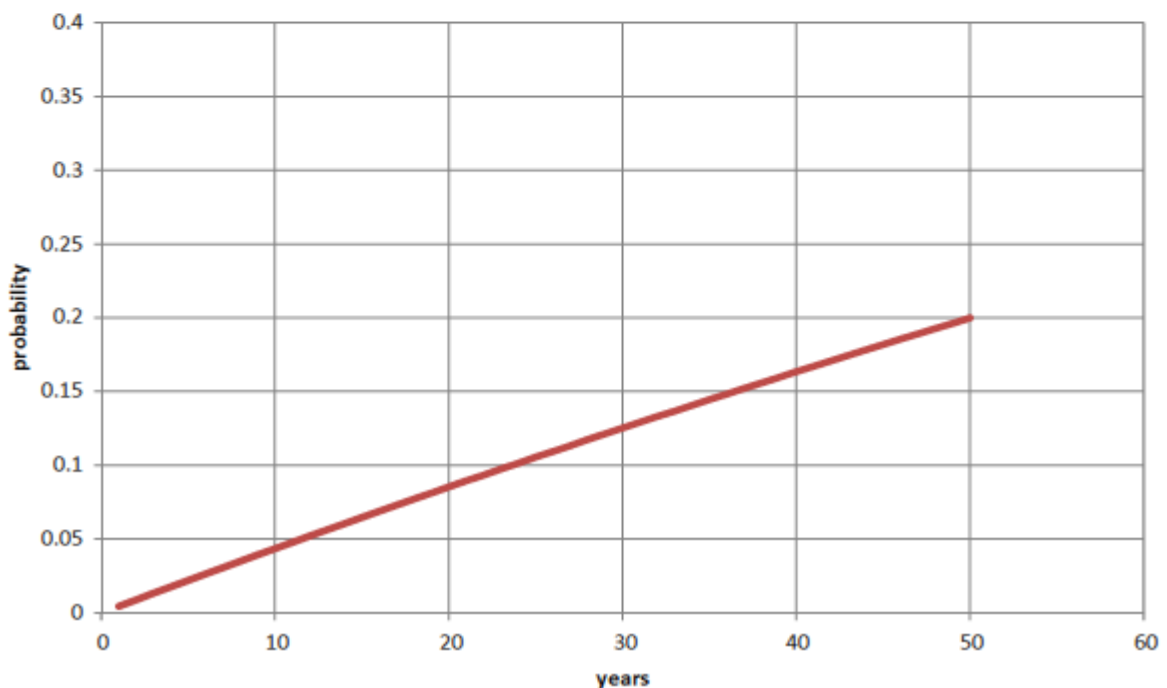
LOD2b failure (n.v.t.) adjacent constructions (core material/thermal weight)

Failure LOD's $1.00E+00$ $P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$

Failure building $2.00E-01$ TOTAL = P(local) * P(LOD)

Probabilistic lifetime: 40 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Concept 2:

Gebouw van 10.000 m², robuuste compartimentering

Wanneer het branduitbreidingsgebied in het gebouw wordt beperkt tot een compartiment van 1.000 m² en de compartimentsscheidingen een theoretische faalkans van 0 bezitten (maximaal robuust), dan treedt een afbrandscenario niet meer op. LOD2 wordt nu als absoluut betrouwbaar gezien. Omdat een afbrandscenario niet meer optreedt zou dat betekenen dat de probabilistische levensduur gelijk wordt aan de ontwerplevensduur van 50 jaar.

Echter, er gaat bij brand in dit geval wel een brandcompartiment (1.000 m²) verloren. Het verlies van het brandcompartiment wordt daarom toch meegewogen in de probabilistische gebouwlevensduur. Die weging geschiedt op basis van de verhouding tussen brandcompartimentsoppervlakte en gebruiksoppervlakte van het gebouw. Deze verhouding is in dit geval 10%. Daardoor wordt bij dezelfde ontstaanskans van brand als in concept 1 ($2 \cdot 10^{-5}$ per m²) een probabilistische levensduur bereikt van 49 jaar.

Ten opzichte van concept 1 wordt de probabilistische levensduur met 9 jaar verlengd.

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

Example

Scenario: compartment scenario (LOD2)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire: $2.00E-05 \text{ m}^{-2}$

Max compartment area: 1000 m^2 A(comp)

Building area: 10000 m^2 A(build)

Probability local fire: $2.00E-01$ P(local)

LOD1 failure 1 suppression (automatic/manual/none)

LOD2a failure 0 separation construction (fire resistance/openings/core material)

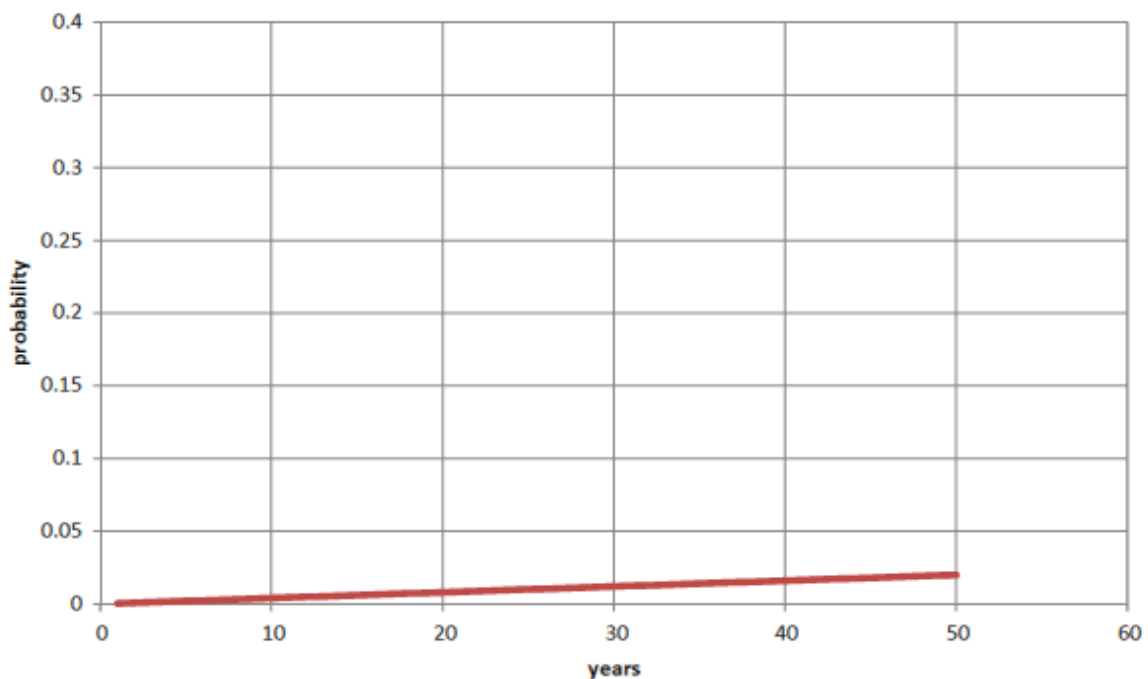
LOD2b failure 0 adjacent constructions (core material/thermal weight)

Failure LOD's $1.00E-01$ $P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$

Failure building $2.00E-02$ TOTAL = P(local) * P(LOD)

Probabilistic lifetime: 49 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Concept 3:

Gebouw van 10.000 m², standaard compartimentering

Ook in dit concept wordt het branduitbreidingsgebied in het gebouw beperkt tot een compartiment van 1.000 m². De compartimentsscheidingen worden in dit geval minder robuust verondersteld, waardoor er een faalkans van compartimentering is. Die faalkans wordt bepaald door:

- De kwaliteit (E,I,W) van de compartimentswand;
- De kwaliteit van doorvoeringen, deuren en andere openingen of verzwakkingen in de wand;
- De kwaliteit van de belendende constructies (vloer, dak, gevel, etc.).

Een realistische faalkans van brandscheidingen ligt rond 0,5. Daarin is het effect van belendingen vrijwel net zo groot als het directe effect van de brandscheiding zelf. In dit concept wordt zijn de maatgevende lines of defense LOD2 en LOD3.

Door met deze faalkans rekening te houden kan slechts in de helft van de brandscenario's de brand beperkt gehouden worden tot een compartiment (1.000 m²), terwijl in de andere helft van de brandscenario's rekening gehouden moet worden met een afbrandscenario van het gebouw.

Daardoor wordt bij dezelfde ontstaanskans van brand als in de concepten 1 en 2 ($2 \cdot 10^{-5}$ per m²) een probabilistische levensduur bereikt van 44,5 jaar.

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

Example

Scenario: compartment scenario (LOD2 + LOD3)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire: $2.00\text{E-}05 \text{ m}^{-2}$

Max compartment area: 1000 m^2 A(comp)

Building area: 10000 m^2 A(build)

Probability local fire: $2.00\text{E-}01$ P(local)

LOD1 failure 1 suppression (automatic/manual/none)

LOD2a failure 0.3 separation construction (fire resistance/openings/core material)

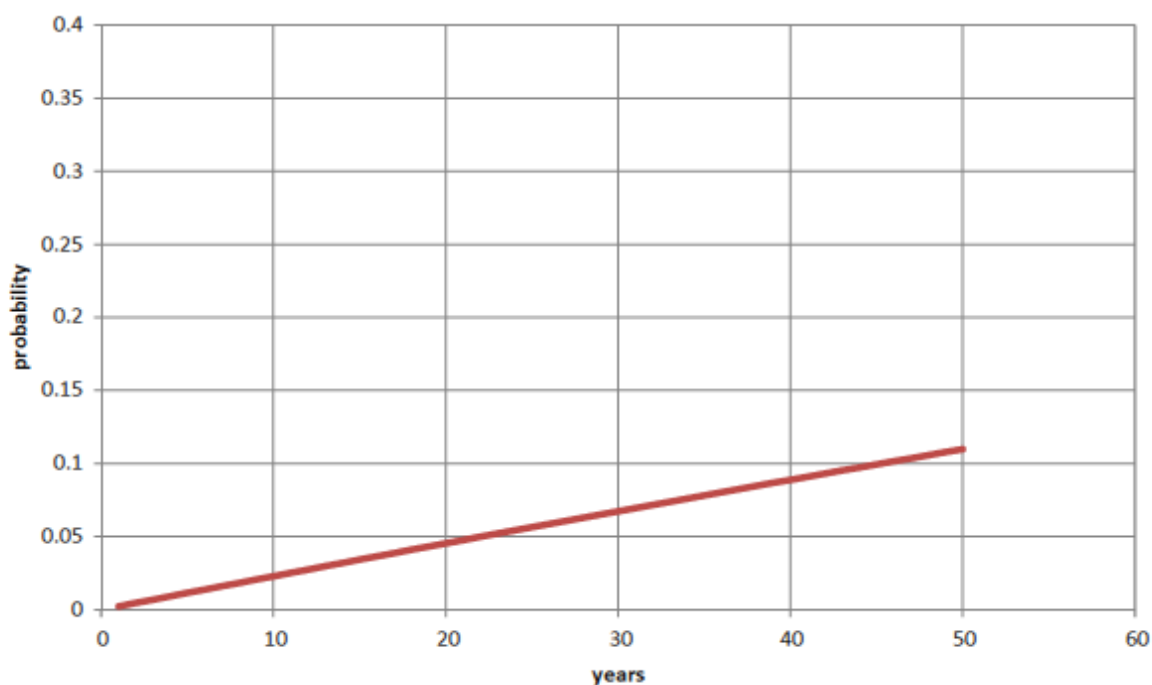
LOD2b failure 0.2 adjacent constructions (core material/thermal weight)

Failure LOD's $5.50\text{E-}01$ $P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$

Failure building $1.10\text{E-}01$ $\text{TOTAL} = P(\text{local}) * P(\text{LOD})$

Probabilistic lifetime: 44.5 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Concept 4:

Gebouw van 10.000 m², voorzien van automatische blusinstallatie

In dit concept wordt het branduitbreidingsgebied in het gebouw beperkt tot een lokale brand, met een grootte tussen 9 en 100 m². De oppervlakte van een lokale gespreinklerde brand is zo gering in vergelijking met de gebruiksoppervlakte van het gebouw, dat deze niet wordt meegewogen als verliesoppervlakte.

De maatgevende line of defense in dit concept is LOD1. LOD2 (compartimentering) blijft in dit concept geheel achterwege. Dat betekent dat bij falen van LOD1 alsnog een afbrandscenario optreedt. De kans hierop is zeer klein. Voor een gecertificeerde sprinklerinstallatie moet rekening worden gehouden met een faalkans van 0,02.

Vanwege de hoge betrouwbaarheid van LOD1 wordt in dit concept een probabilistische gebouwlevensduur bereikt die vrijwel gelijk is aan de ontwerplevensduur. Bij dezelfde ontstaanskans van brand als in de concepten 1, 2 en 3 ($2 \cdot 10^{-5}$ per m²) wordt in dit concept een probabilistische levensduur bereikt van 49,8 jaar.

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

Example

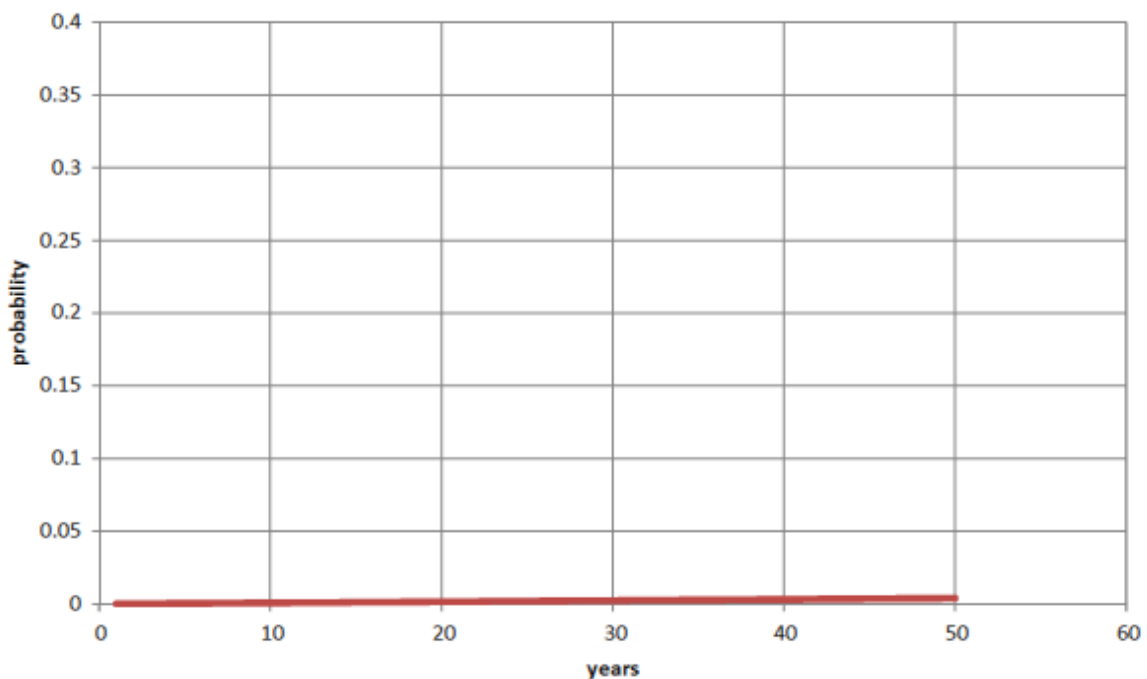
Scenario: sprinkler scenario (LOD1)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire:	2.00E-05 m ⁻²	
Max compartment area:	10000 m ²	A(comp)
Building area:	10000 m ²	A(build)
Probability local fire:	2.00E-01	P(local)
LOD1 failure	0.02	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	(n.v.t.)	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	(n.v.t.)	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	2.00E-02	$P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$
Failure building	4.00E-03	TOTAL = P(local) * P(LOD)

Probabilistic lifetime: 49.8 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Bijlage 11

Gevoeligheidsanalyse “Cascademodel probabilistic building lifetime”

Gevoeligheidsanalyse Cascademode - Probabilistic building lifetime							
Model	Omvang compartiment	Omvang gebouw	LOD1	LOD2a	LOD2b	Verwachte levensduur gebouw	Percentage t.o.v. standaard
1	1000	10000	1	0,3	0,2	45,50	100%
2	500	10000	1	0,3	0,2	47,80	105%
3	1000	5000	1	0,3	0,2	45,10	99%
4	1000	10000	0,9	0,3	0,2	45,90	101%
5	1000	10000	1	0,4	0,2	44,70	98%
6	1000	10000	1	0,3	0,3	44,70	98%

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

**Example
Scenario:**

Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime:

50 years

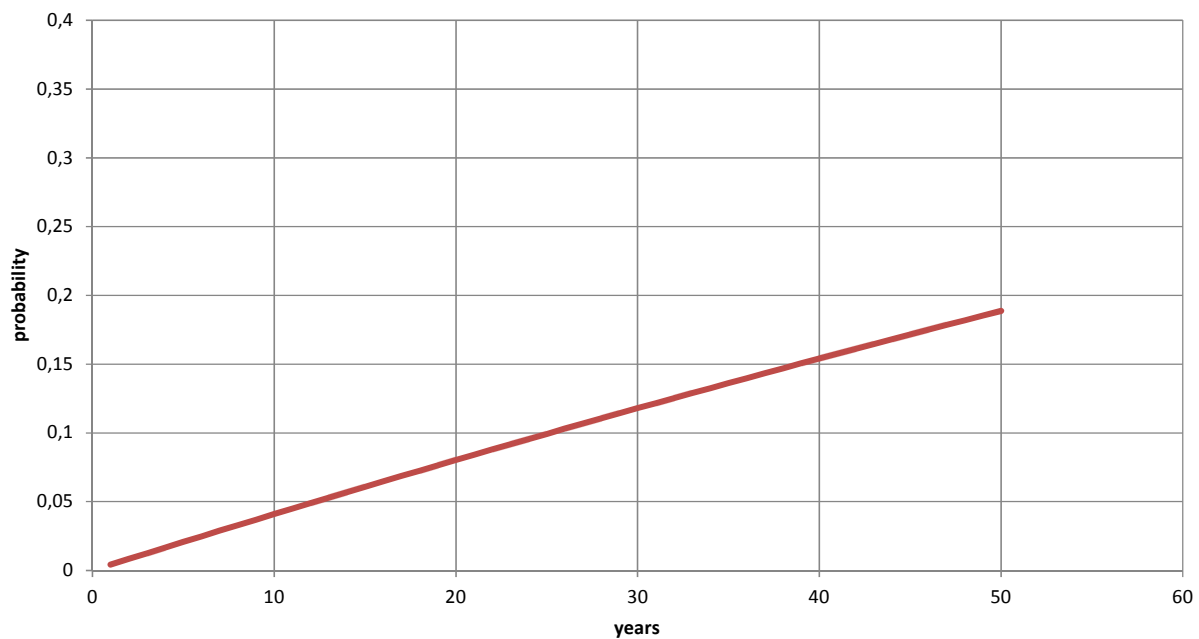
Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	1000 m ²	A(comp)
Building area:	10000 m ²	A(build)
Probability local fire:	1,65E-01	P(local)
LOD1 failure	1	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,3	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,2	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,55	$P(LOD) = LOD1 * \{(LOD2a+LOD2b) + (1-LOD2a-LOD2b)*A_{comp}/A_{build}\}$
Failure building	9,08E-02	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime:

45,5 years

as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

**Example
Scenario:**

Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime:

50 years

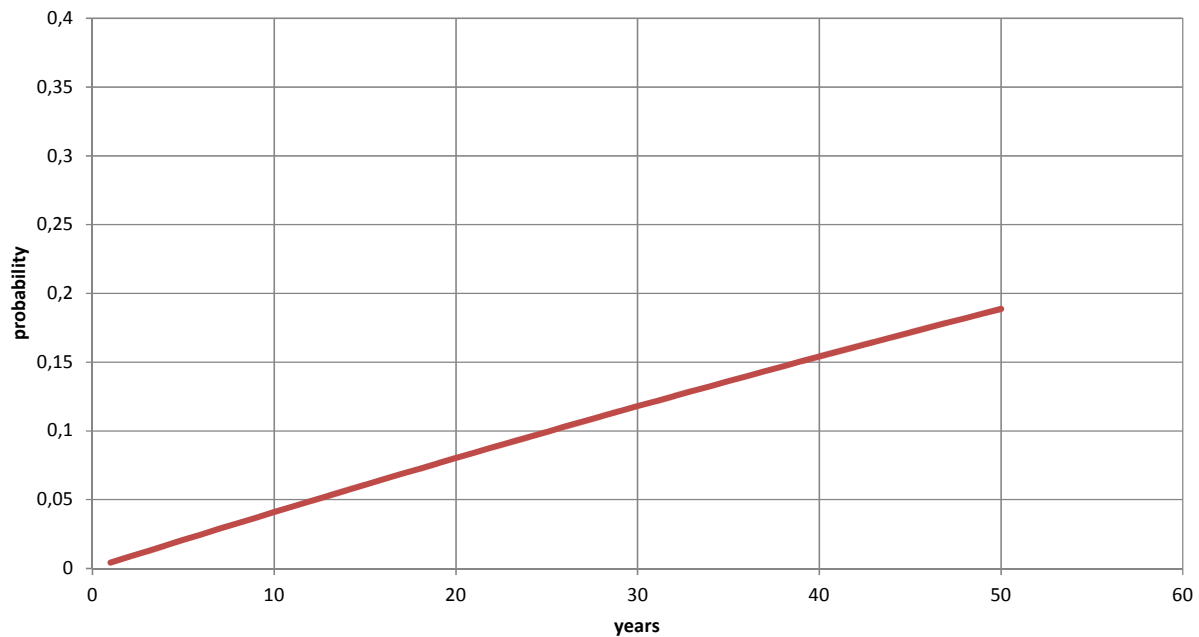
Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	500 m ²	A(comp)
Building area:	10000 m ²	A(build)
Probability local fire:	8,25E-02	P(local)
LOD1 failure	1	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,3	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,2	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,525	$P(LOD) = LOD1 * \{(LOD2a+LOD2b) + (1-LOD2a-LOD2b)*A_{comp}/A_{build}\}$
Failure building	4,33E-02	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime:

47,8 years

as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

Example Scenario:

Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime:

50 years

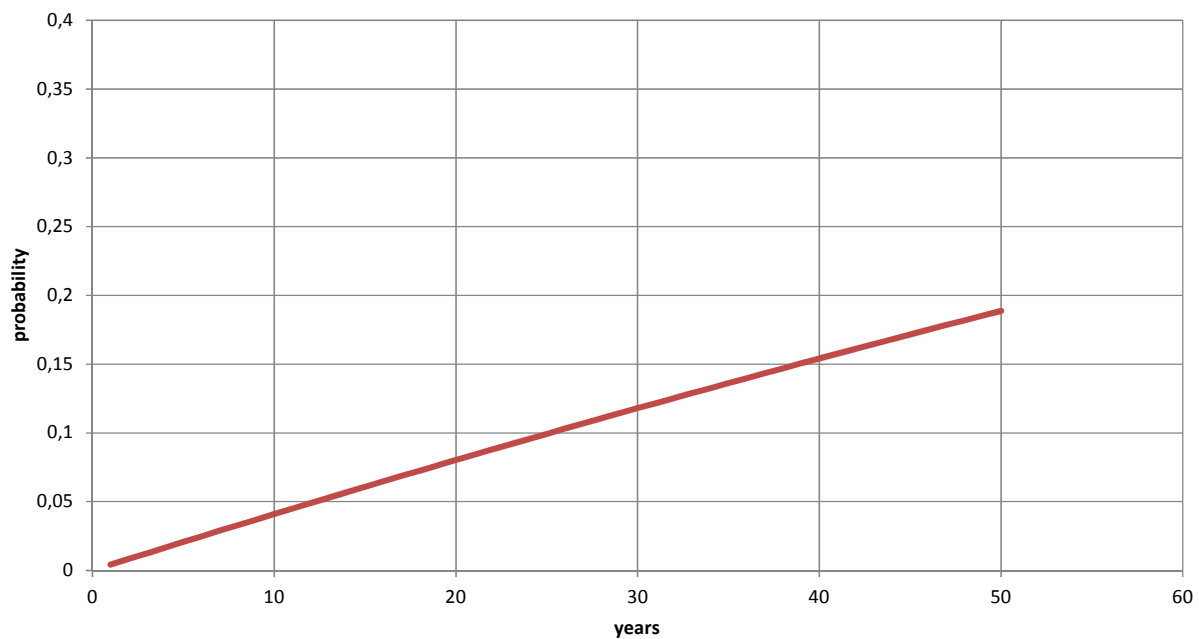
Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	1000 m ²	A(comp)
Building area:	5000 m ²	A(build)
Probability local fire:	1,65E-01	P(local)
LOD1 failure	1	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,3	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,2	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,6	$P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$
Failure building	9,90E-02	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime:

45,1 years

as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

**Example
Scenario:**

Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime:

50 years

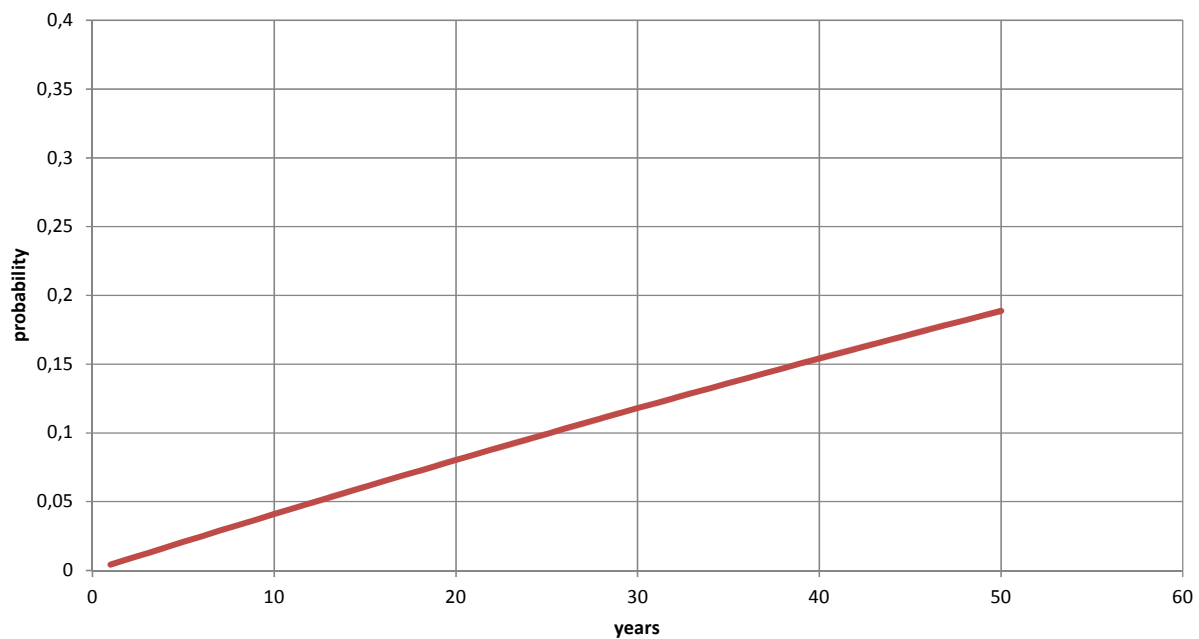
Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	1000 m ²	A(comp)
Building area:	10000 m ²	A(build)
Probability local fire:	1,65E-01	P(local)
LOD1 failure	0,9	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,3	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,2	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,495	$P(LOD) = LOD1 * \{(LOD2a+LOD2b) + (1-LOD2a-LOD2b)*A_{comp}/A_{build}\}$
Failure building	8,17E-02	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime:

45,9 years

as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

**Example
Scenario:**

Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime:

50 years

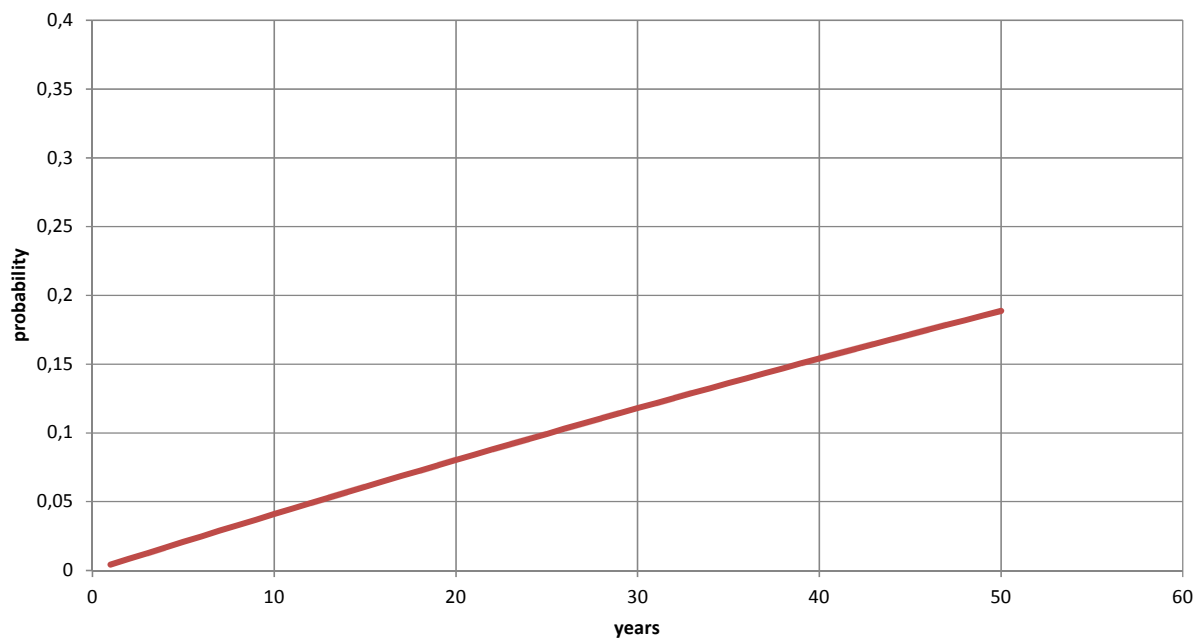
Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	1000 m ²	A(comp)
Building area:	10000 m ²	A(build)
Probability local fire:	1,65E-01	P(local)
LOD1 failure	1	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,4	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,2	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,64	$P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$
Failure building	1,06E-01	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime:

44,7 years

as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

Example

Scenario: Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire: $1,65E-04 \text{ m}^{-2}$

Max compartment area: 1000 m^2

A(comp)

Building area: 10000 m^2

A(build)

Probability local fire: $1,65E-01$

P(local)

LOD1 failure 1 suppression (automatic/manual/none)

LOD2a failure 0,3 separation construction (fire resistance/openings/core material)

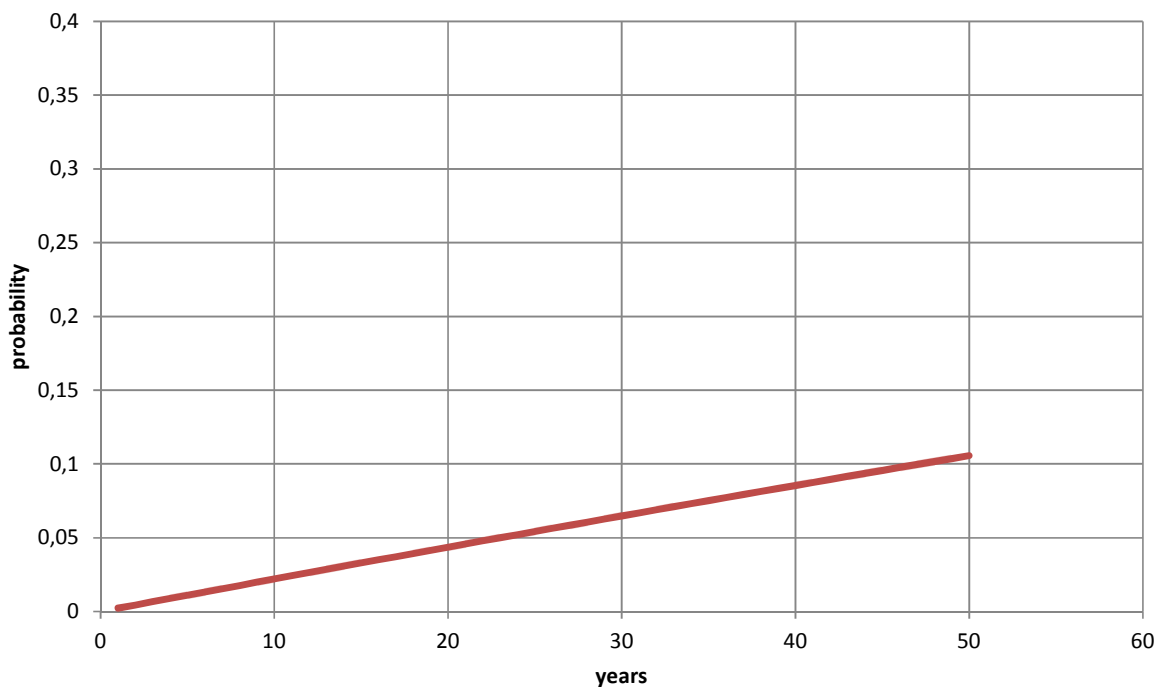
LOD2b failure 0,3 adjacent constructions (core material/thermal weight)

Failure LOD's $6,40E-01$ $P(\text{LOD}) = \text{LOD1} * \{(\text{LOD2a} + \text{LOD2b}) + (1 - \text{LOD2a} - \text{LOD2b}) * A_{\text{comp}}/A_{\text{build}}\}$

Failure building $1,06E-01$ $\text{TOTAL} = P(\text{local}) * P(\text{LOD})$

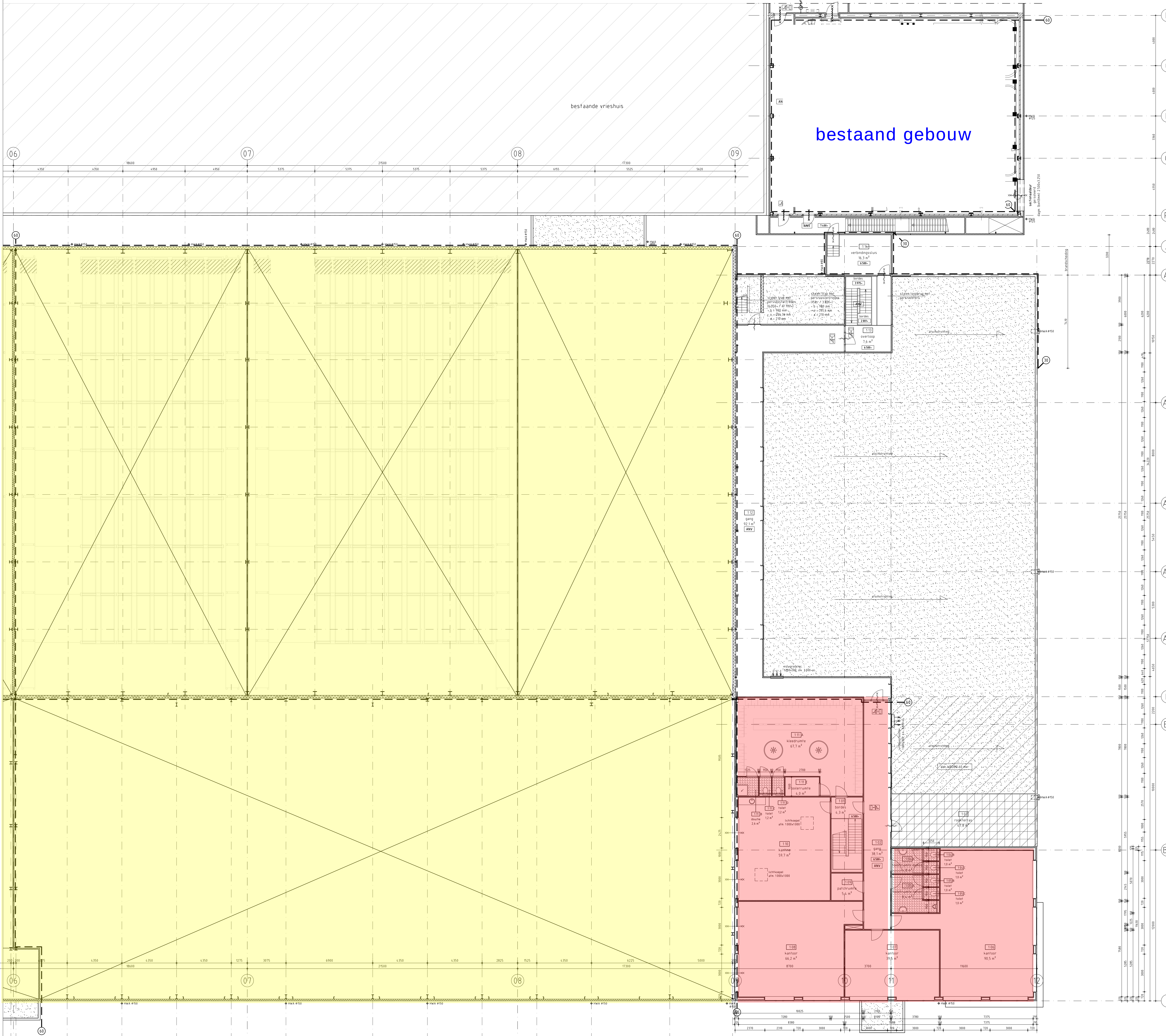
Probabilistic lifetime: 44,7 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Bijlage 12

Gebruiksfunctie plattegronden



peil = 0 + 5.400 = N.A.O.

vloerpeil 1 = + 5.400 = N.A.O.

constructie

geïsoleerde sandwichpanelen:
dikte variërend van 80 mm tot 220 mm

stelsysteem MS-wand, dikte variërend van 80 mm tot 100 mm

• 2x gipsplaat 6x12,5 mm
• isolatie, minerale wol, 4-180 mm
• 2x gipsplaat 6x12,5 mm

voorziening: stelsysteem MS-wand, 4-75 mm

• 2x gipsplaat, 6x12,5 mm
• isolatie, minerale wol, 4-150 mm

keelrooster (buitendeur)

• scharnieren 120x2 315

keel-/vriesrooster (binnendeur)

• scharnieren 120x2 315

sectiehaalrooster / stelsysteem

aanrijpingsruimte (schuifdeur)

• breedte 1900 mm

rijpaan

• breedte 3200 mm

ruimte voorzien van vloer- en wandtegels

sectiehaalrooster / stelsysteem

entree brandweer (brandweerzorg)

symbool zelfsluitende deur met WDRO van 60 minuten

symbool zelfsluitende deur met WDRO van 30 minuten

symbool zelfsluitende deur

symbool brandwerende pu WDRO 60 minuten

symbool brandwerende pu WDRO 30 minuten

brandbescherming, WDRO 60 minuten

brandbescherming, WDRO 30 minuten

aansluiting draagbevestiging

vluchtroute zonder sleutel met 1 handeling te openen

handgreep

vloerwep

schuifdeur

schuifdeur

uitgangverlichting

ruimte en/of buitenruimte voorzien van algemene noodverlichting

pijptogram brandmeldingsapparaat

brandmeldcentrale

ontsmoeding - afvalwater

stelsysteem brandweer

poederblusser met aantal kg vulling

overstroomvoorziening, getoetst met standleiding HMA

• afmeting 50 (mm) 100 (mm) punt 4.0 mm boven dakafwatering

Gebouwfunctie

• functie: lichte industriële functie, kantoorfunctie en bijeenkomstfunctie

Algemene sterkte van de bouwconstructie

• zie tekening(en) en berekeningen van de constructeur

Sterkte bij brand

• zie rapportage "Uitbreiding bedrijfspand Kloosterboer Delta Terminal B.V." opgesteld door Fuscon brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012

Vloersterkte

• Hoogte 21 m boven algemene vloer

Trap

• Afmeting trap

trapbreedte (mm) ≥ 100

opritbreedte (mm) ≥ 200

aantrede (mm) ≥ 210

Bepijping van ontwatering van brand en rook

• zie rapportage "Uitbreiding bedrijfspand Kloosterboer Delta Terminal B.V." opgesteld door Fuscon brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012

Bepijping van uitbreiding van brand

• zie rapportage "Uitbreiding bedrijfspand Kloosterboer Delta Terminal B.V." opgesteld door Fuscon brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012

Inbrandwerendheid (BB) af 2.15

• Rekwaliteitsintraagpreventie volgens NEN 5096, weerstandsklasse 2

Luchtverversing

• Door middel van mechanische toevoer en mechanische afvoer

• Luchtverversing ventilatie: ventilatie, isolatie en badruimte

– ventilatie: 0,5 m³/s per m² met een minimum van 7,0 m³/s

– isolatie: 7,0 m³/s

– badruimte: 10,0 m³/s

• Luchtverversing overige ruimten

– eenheden: 0,5 m³/s per m² vrije vloeroppervlakte

– aletkast: 1,0 m³/s per m² met een minimum van 2,0 m³/s

Bescherming tegen ratten en muizen

• Opmerking: Een uitwendige schadeconstructie heeft geen openingen die breder zijn dan 5,0 m x 5,0 m, voorzieningen van luchtverversing, die afvoer van rook of de ont- en bescherming van een voorziening voor de afvoer van afvalwater en fecaliën. Geef een opening voorzien van roosters.

Thermische isolatie

• Gevels, daken en vloeren: R₁₂ 2,5 m²/K/m

Aansluitingen gas, elektriciteit en water

• Meterkast is opgenomen in ruimte 002

Gebouw voorzien van een brandmeldinstallatie

• De gehele brandmeldinstallatie voldoet aan het gestelde in NEN 2535:1996/A1:2002

Gebouw voorzien van een noodverlichtingsinstallatie

• De gehele noodverlichting voldoet aan het gestelde in paragraaf 5.1 t/m 5.6 van NEN-EN 1838:1999

Vluchtrouteaanduiding

• conform NEN 6089:2002

RENVOOI

DIJKHAM bouw bv

MAATVOERING IN HET WERK CONTROLEREN

VAN BOKHORST ARCHITECTEN BNA

Westdijk 10

Postbus 118

3860 AG Nijkerk

T 033 - 246 11 80

F 033 - 246 08 80

E info@vanbokhorstarchitecten.nl

I www.vanbokhorstarchitecten.nl

ontwerp: 02-07-2012

ontwerp: 28-11-2012

status: DEFINITIEF

schaal: 1:500

tekening: M5

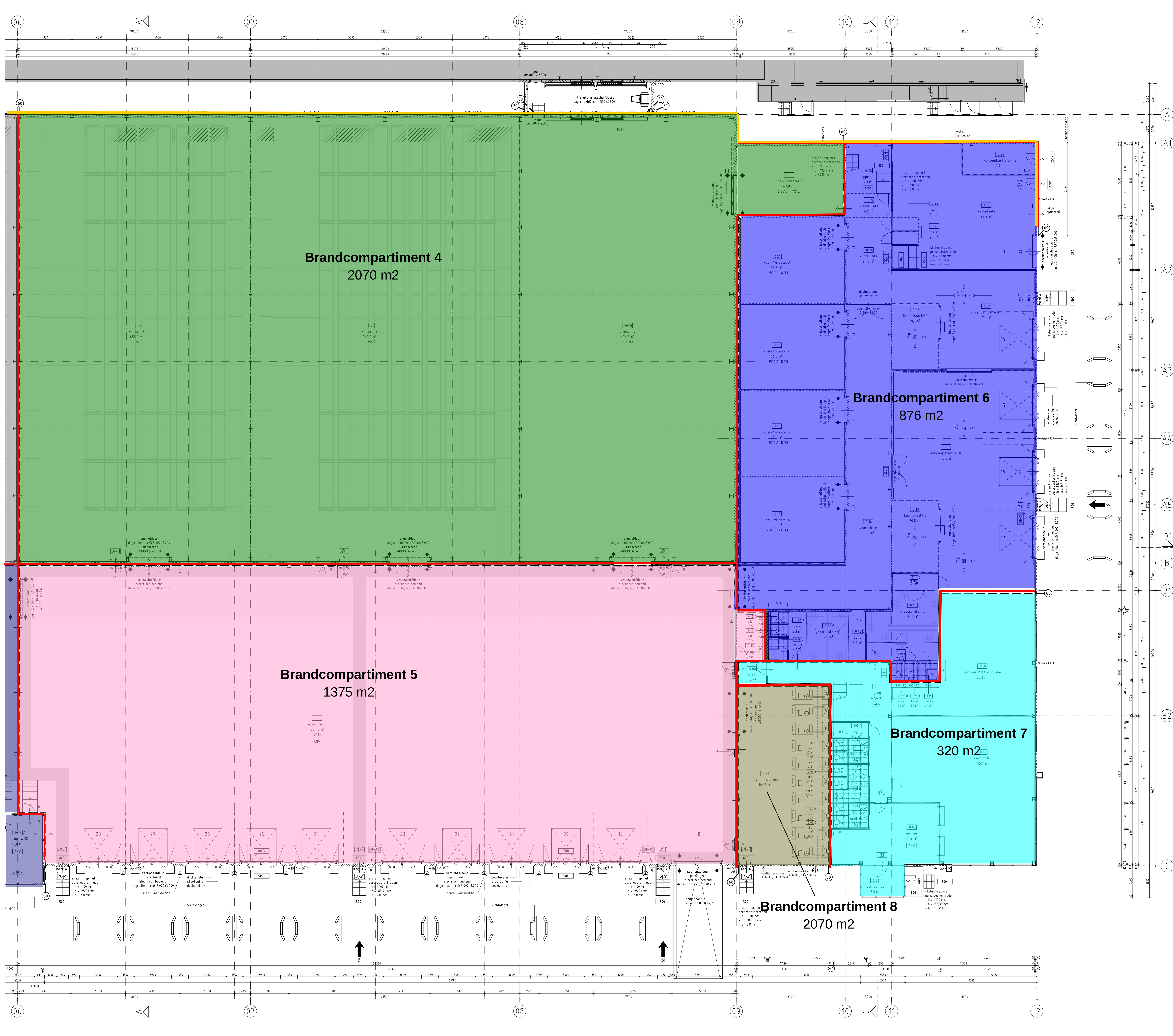
formaat: A3

12008

T0-111

Bijlage 13

Brandcompartimentering



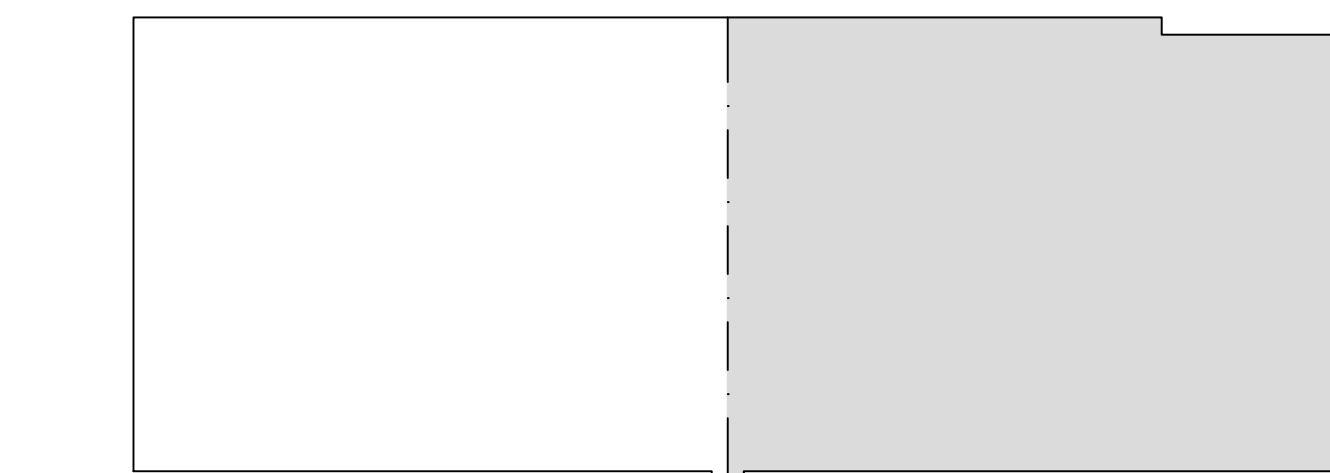
- peil = 0 + 5.400 + N.A.P.
- 3300- constructie van de constructie
- geïsoleerde sandwichpanelen, dikte variërend van 85 mm tot 220 mm
- stelsysteem H5-wand, dikte variërend van 80 mm tot 100 mm
- 2x glasplaat d=12,5 mm
 - isolatie, minerale wol, d=80 mm
 - 2x glasplaat d=12,5 mm
- voorzetsysteem H5-wand, d=15 mm
- 2x glasplaat, d=12,5 mm
 - isolatie, minerale wol, d=50 mm
- koelopdeur (buitendeur)
- degen. (buitendeur) 920x2.315
- koel-/vriesopdeur (binnendeur)
- degen. (binnendeur) 920x2.315
- sectieaandeur / scheidingswand
- aanrijbeweging (schuifpaal)
- "onbestuurd"-pad
- breedte 1.000 mm
- "rijbaan"
- breedte 3.200 mm
- ruimte voorzien van vloer- en wandtegels
- sectieaandeur / scheidingswand
- entree brandweer (brandveer)gang
- symbool zelfsluitende deur met WDBO van 60 minuten
- symbool zelfsluitende deur met WDBO van 30 minuten
- symbool zelfsluitende deur
- symbool brandwerende pui WDBO 60 minuten
- symbool brandwerende pui WDBO 30 minuten
- brandbescherming, WDBO 30 minuten
- brandbescherming, WDBO 60 minuten
- aansluiting droge blusleiding
- vluchtdoor zonder sleutel met 1 handeling te openen
- handremmeider
- slow-whop
- automatische rookmelder
- vluchtuitgangverlichting
- uitgangverlichting
- ruimte en/of buitenruimte voorzien van algemene rookverlichting
- ANV
- brandmeldcentrale
- ontruimings- alarminstallatie
- stuurbus brandweer
- peelbus brandweer
- overstroomvoorziening, geïntegreerd met standaard HVA
- afmeting (b) (m): 1.100 (laagte punt 40 mm boven dakverklaring)

- Gebouwfunctie
- functie: lichte industrie/ruimte, kantoorfunctie en bijeenkomstfunctie
- Algemene sterkte van de bouwconstructie
- zie tekening(en) en berekening(en) van de constructie.
- Sterkte bij brand
- zie rapportage "Uitbreiding bedrijfsplan Kloosterboer Delta Terminal B.V." opgesteld door Fucen brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012.
- Voorafschieding
- Hoogte: 21 m boven afgewerkte vloer.
- Trap
- Afmeting trap: trapopstap (m): ≥ 1100
 - spreide (m): ≥ 200
 - entree (m): ≥ 200
- Beperking van ontwikkeling van brand en rook
- zie rapportage "Uitbreiding bedrijfsplan Kloosterboer Delta Terminal B.V." opgesteld door Fucen brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012.
- Beperking van uitbreiding van brand
- zie rapportage "Uitbreiding bedrijfsplan Kloosterboer Delta Terminal B.V." opgesteld door Fucen brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012.
- Inbraakverminder (IBB afk. 215)
- Rekvalijde inbraakpreventie volgens NEN 5996: weersstandklasse 2.
- Luchthverversing
- Door middel van mechanische toevoer en mechanische afvoer
 - Luchthverversing ventilatie/systeem, ventilatie/ruimte, toelatuimte en badruimte
 - ventilatie/systeem: 0,5 m³/s per m² met een minimum van 7,0 m³/s
 - toelatuimte: 7,0 m³/s
 - badruimte: 0,5 m³/s
 - Luchthverversing overige ruimten
 - verhuurruimte: 0,5 m³/s per m² vrijk vloeroppervlakte
 - metrisch: 1,0 m³/s per m² met een minimum van 2,0 m³/s
- Bescherming tegen ratten en muizen
- Opleggen: Een uitwendig schadeconstructie heeft geen openingen die breder zijn dan 0,3 m, max. veranderingen van luchthverversing, de afvoer van rook of de op- en beluchting van een voorziening voor de afvoer van afvalwater en fecaliën. Opleggen openingen voorzien van roosters.
- Thermische isolatie
- Gevels, deuren en vloeren R_{0,25} m²/W.
- Aansluitingen gas, electra en water
- Meterpunten is opgenomen in ruimte 6.02.
- Gebouw voorzien van een brandmeldinstallatie
- De gehele brandmeldinstallatie voldoet aan het gestelde in NEN 2535:1996/A1:2002
- Gebouw voorzien van een noodverlichtingsinstallatie
- De gehele noodverlichting voldoet aan het gestelde in paragraaf 5.2.1 m 5.4 van NEN-EN 1838:1995
- Vluchtrouteaanduiding
- conform NEN 6088:2002

RENNVOOI

WBDBO 60

WBDBO 30



- Magazijninrichting:
- leverancier: schäfer, d.d. 05-06-2012
 - tekeningnummer: 1109Kloosterboer100F
 - versie: 19.7
 - datum: 05-06-2012

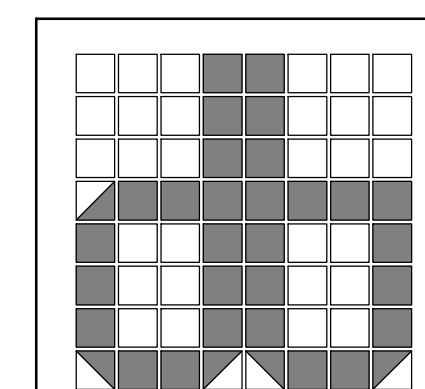
MAATVOERING IN HET WERK CONTROLEREN

VAN BOKHORST ARCHITECTEN BNA T 033 - 246 11 80
Westkadijk 10 F 033 - 245 08 80
Postbus 115 E info@vanbokhorstarchitecten.nl
3860 AC Nijkerk I www.vanbokhorstarchitecten.nl

Plattegrond begane grond - deel 2

- PROJECT
- Uitbreiding vrieshuis te Rotterdam
Kloosterboer Delta Terminal B.V.
- OPDRACHTGEVER
- Dijkham Bouw bv
Postbus 47 3860 AA Nijkerk
- FASE

Technisch ontwerp



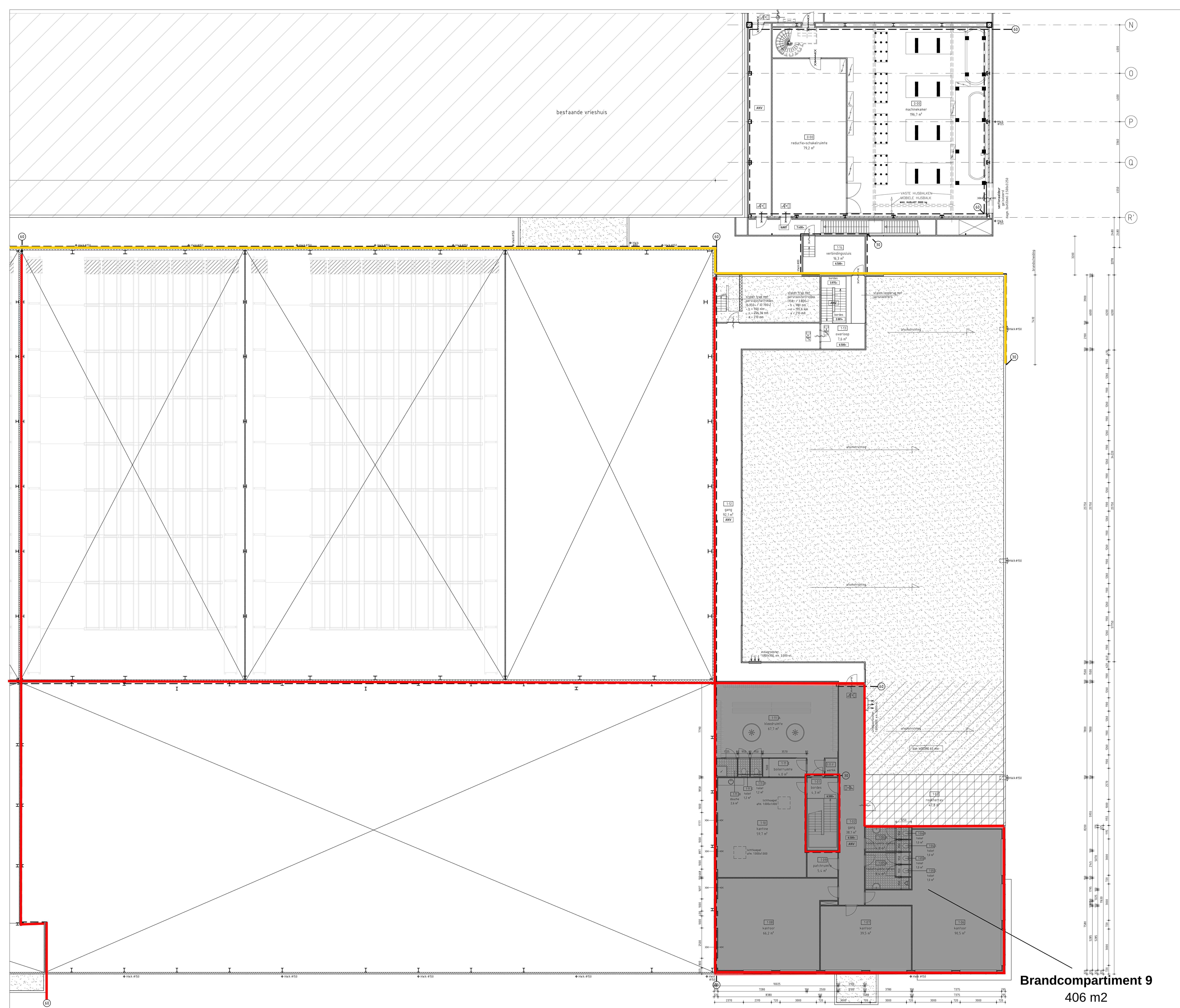
DIJKHAM bouw bv

VAN BOKHORST ARCHITECTEN BNA

ONTWERP: 02-01-2012
ONTWERP: 12-02-2012
TECHNISCH: 05-06-2012
TECHNISCH: 19-07-2012

PROJECTNUMMER: 12008

TECHNISCH: TO-120



peil = 0 + 0.100 N.A.P.

1.100 constructie

naafvoering constructie-onderdelen volgens berekening en tekening van de constructeur

geïsoleerde sandwichpaneel

dikte variërend van 80 mm tot 225 mm

systemewand MS-wand, dikte variërend van 80 mm tot 100 mm:

- 2x gipsplaat 6-12,5 mm
- isolatie, minerale wol, 4-80 mm
- 2x gipsplaat 6-12,5 mm

voorzetwand, systemewand MS-wand, 6-75 mm

- 2x gipsplaat, 6-12,5 mm
- isolatie, minerale wol, 6-50 mm

keelrooster (buitendoor)

- dops (buitendoor) 500x375

keel-/vriesrooster (binnendoor)

- dops (buitendoor) 500x375

sectionaaldeur / snelrooster

aanrijbeweging (schuifpaal)

“versterkt” raai

- breedte 1500 mm

rijpaan

- breedte 3200 mm

ruimte voorzien van vloer- en wandgevelwerk

sectionaaldeur / snelrooster

entree brandweer (brandverzwaring)

symbool zelfsluitende deur met WBDBO van 60 minuten

symbool zelfsluitende deur met WBDBO van 30 minuten

symbool zelfsluitende deur

symbool brandwerende glas WBDBO 30 minuten

symbool brandwerende glas WBDBO 60 minuten

brandbescherming, WBDBO 30 minuten

brandbescherming, WBDBO 60 minuten

aansluiting drage bloedsing

vluchtdoor zonder sleutel met 1 handeling te openen

handreinsluider

sluis-weg

schuifdeur rookmelder

vluchtafsluiting

uitgangverlichting

ruimte en/of buitenruimte voorzien van algemene noodverlichting

pijtcen brandmelder

brandmelder

ontsmoeding - alarmstallatie

sleutelbus brandweer

poederblusser met aantal kg vulling

overtoertvoorziening, gecombineerd met vluchtafsluiting HMA

- afmeting (b) (mm) 150 (dagse) punt 40 mm boven afsluiting

Gebouwfunctie

- functie

Algemene sterkte van de bouwconstructie

- zie tekening(en) en berekening(en) van de constructeur

Sterkte bij brand

 - zie rapportage “Uitbreiding bedrijfspand Kloosterboer Delta Terminal B.V.” opgesteld door Fuscon brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012

Vloerbescherming

 - Hoogte 21 m boven afgewerkte vloer

Trap

 - Afmeting trap
 - Trapbreedte (mm) ≥ 1100
 - Optrede (mm) ≥ 20
 - Aantrede (mm) ≥ 20

Bepijking van uitbreiding van brand en rook

 - zie rapportage “Uitbreiding bedrijfspand Kloosterboer Delta Terminal B.V.” opgesteld door Fuscon brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012

Bepijking van uitbreiding van brand

 - zie rapportage “Uitbreiding bedrijfspand Kloosterboer Delta Terminal B.V.” opgesteld door Fuscon brandbeheersing, rapportnummer 12-15, d.d. 22-11-2012

Inbraakwerendheid (B0 af 2.5)

 - Rekwaliteits-niveaupreventie volgens NEN 5016, weerstandsklasse 2

Luchthverversing

 - Door middel van mechanische afvoer en mechanische afvoer
 - Luchthverversing verlijfsgebied, verlijfsruimte, isolatie en badruimte
 - verlijfsgebied 6.5 m³/s per m² met een minimum van 1.0 m³/s
 - isolatie 1.0 m³/s
 - badruimte 1.0 m³/s
 - Luchthverversing overige ruimten
 - verlijfsruimte 6.5 m³/s per m² met een minimum van 2.0 m³/s
 - meelkast 1.0 m³/s per m² met een minimum van 2.0 m³/s

Beveiliging tegen raven en muisen

 - Openingen ten uitbreiding van brandconstructie heeft geen openingen de brander zijn dan 0.31 m m.v. voorzieningen van luchthverversing, de afvoer van rook of de af- en bescherming van een verandering voor de afvoer van afvalwater en fecaliën. Grotere openingen voorzien van roosters

Thermische isolatie

 - Gevels, daken en vloeren R_g 2.5 m²/K

Aansluitingen gas, electra en water

 - Meermalen is opgenomen in ruimte 0.02

Gebouw voorzien van een brandmeldstallatie

 - De gehele brandmeldstallatie voldoet aan het gestelde in NEN 2535:1996/A1:2002

Gebouw voorzien van een noodverlichtingsstallatie

 - De gehele noodverlichting voldoet aan het gestelde in paragraaf 5.2 r/n 5.6 van NEN-EN 1838:1999

Vluchtafsluiting

 - conform NEN 6088:2002

RENVOOI

WBDBO 60

WBDBO 30

Brandcompartiment 9

406 m2

MAATVOERING IN HET WERK CONTROLEREN

VAN BOKHORST ARCHITECTEN BNA

Westdijk 10

Postbus 118

3860 AC Nijkerk

T 033 - 246 11 80

F 033 - 245 08 80

E info@vanbokhorstarchitecten.nl

I www.vanbokhorstarchitecten.nl

DIJKHAM bouw bv

DIJKHAM bouw bv

Postbus 47

3860 AA Nijkerk

T 033 - 246 11 80

F 033 - 245 08 80

E info@vanbokhorstarchitecten.nl

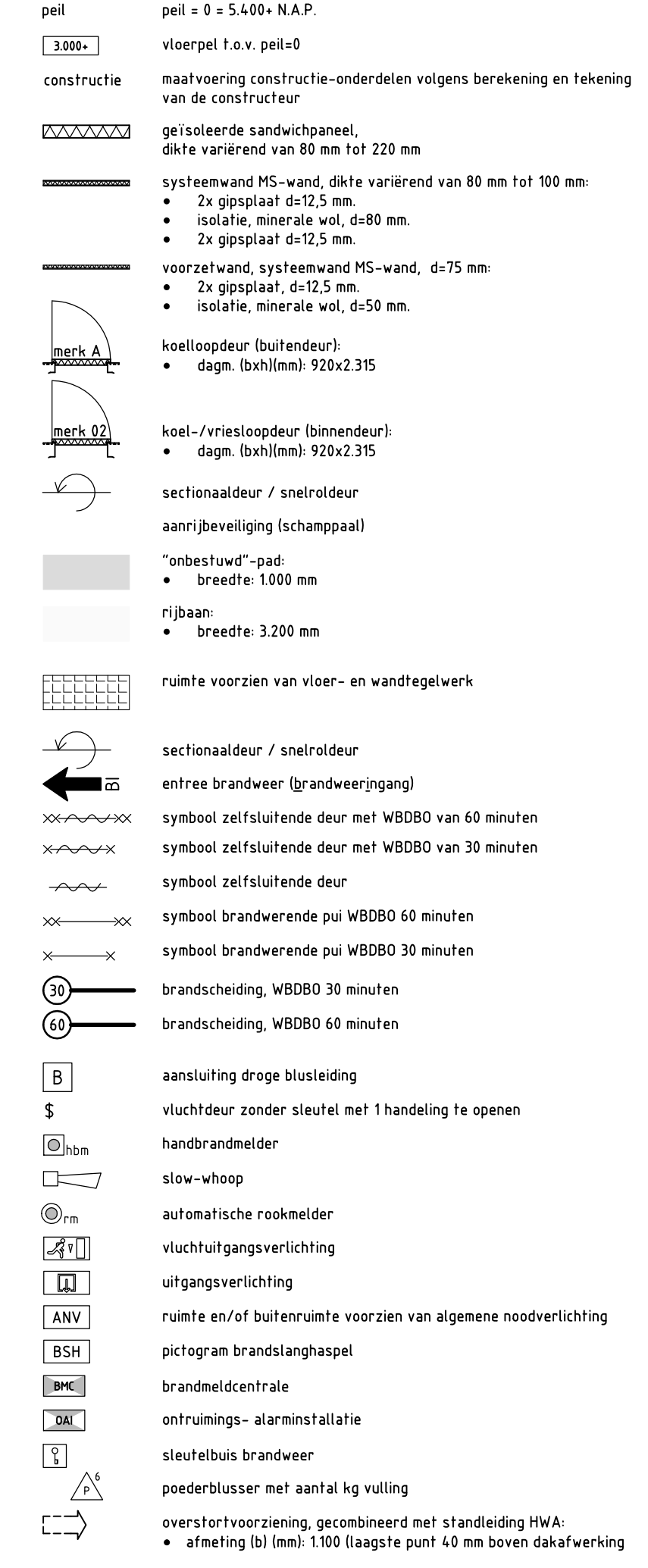
I www.vanbokhorstarchitecten.nl

Plattegrond eerste verdieping

Technisch ontwerp

12008

T0-111



Gebovconstructie

- functie: lichtste industrieconstructie, kantoorconstructie en bijkeukenconstructie

Algemene sterkte van de bouwconstructie

- te rekenen en te berekenen met de constructeur.

Slechte bijdrac

- zie rapportage "Uitbreiding bijdrac/kloosterdeur 8.11m 8.11" oegeslde door Franco brandbeveiliging, rapportnummer 12-15, dd. 22-11-2012.

Vloerafslapding

- Hoofde 2 in boven afgewerkte vloer.

Trap

- Afmeting trap:
(trapbreedte (mm)) < 100
afrits (mm) < 120
afrits (mm) < 120

Bepaling van ontvelling van brand en rook

- zie rapportage "Uitbreiding bijdrac/kloosterdeur 8.11m 8.11" oegeslde door Franco brandbeveiliging, rapportnummer 12-15, dd. 22-11-2012.

Bepaling van uitbreiding van brand

- zie rapportage "Uitbreiding bijdrac/kloosterdeur 8.11m 8.11" oegeslde door Franco brandbeveiliging, rapportnummer 12-15, dd. 22-11-2012.

Inbraakverdediging (BDB act. 2.15)

- Reukwijze inbraakverdediging volgens NEN 5096, versie 1985-2-15.

Luchtversterking

- Voor afname van mechanische weerstand en mechanische afvoer
versterking versterkt (versterkt, versterkt, versterkt) en daarmee
versterkt (versterkt) versterkt (versterkt) versterkt (versterkt)
- toelaten: 7.0 m/s
- badruimte: 1.0 m/s
- versterking: 0.5 m/s per m² wijk vloeroppervlakte
- versterking: 1.0 m/s per m² wijk vloeroppervlakte

Bescherming tegen ratten en muizen

- Opmenging Een volledige beschermingconstructie heeft geen openingen die breder zijn dan 10 mm, voorzieningen van luchtversterking, afvoer van rook of afvoer van rook en/of bescherming van een versterking voor de afvoer van afvoer van rook of afvoer van rook. Grote openingen worden van roosters.

Thermische isolatie

- Gevels, deuren en vloeren: R₁₂ 2.5 W/m²K

Aandachtig gebruik, electra en water

- Melkruimte is aangesloten in ruimte 0.2.

Gebov constructie van een brandmeldingsinstallatie

- De gevel brandmeldingsinstallatie voldoen aan het gestelde in NEN 2535:1995/A1:2002

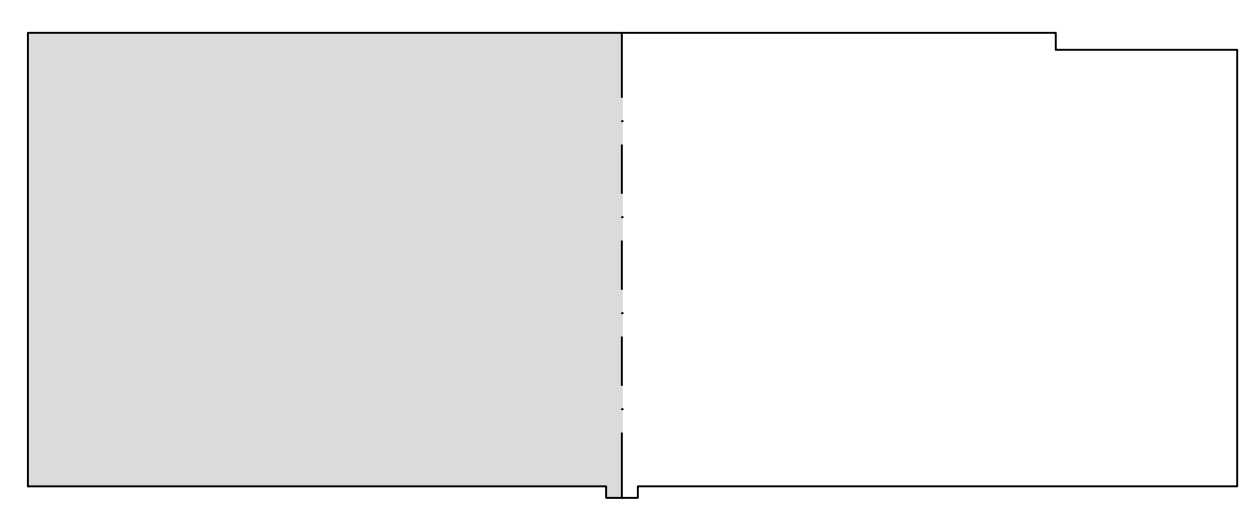
Gebov constructie van een noodverlichtingsinstallatie

- De gevel noodverlichting voldoen aan het gestelde in paragraaf 5.2.1/5.6 van NEN-EN 1839:1999.

Vuurbescherming

- conform NEN 6088:2002

RENV001	
	WBDBO 60
	WBDBO 30



Magazijninrichting:

- leverancier: schäfer , d.d. 05-06-2012
- tekeningnummer: 1109Kloosterboer100f
- versie: 19.7
- datum: 05-06-2012

MAATVOERING IN HET WERK CONTROLEREN

VAN BOKHORST ARCHITECTEN BNA
Westkadijk 10
Postbus 118
3860 AC Nijkerk

T 033 - 246 11 80
F 033 - 245 08 80
E info@vanbokhorstarchitecten.nl
I www.vanbokhorstarchitecten.nl

Plattegrond begane grond - deel 1

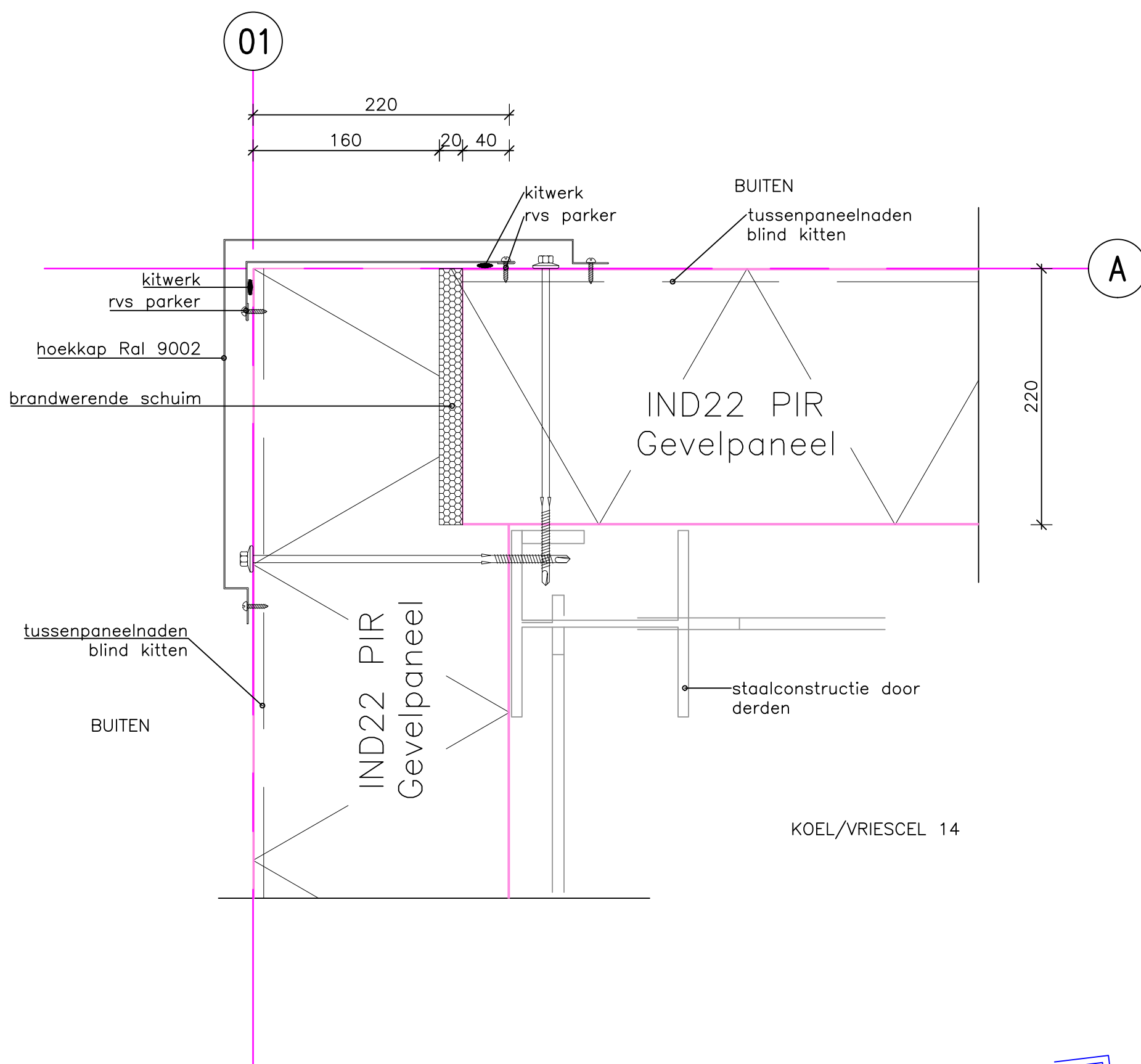
Uitbreiding vrieshuis te Rotterdam
Kloosterboer Delta Terminal B.V.

Dijkham Bouw bv
Postbus 47 3860 AA Nijkerk

Technisch ontwerp TO-110

Bijlage 14

Detallering brandscheidingen bestaand



DEFINITIEF



K.I.M. NEDERLAND B.V.
isolatiesysteembouw
e-mail : info@kim-nederland.nl

Tweelingenlaan 144
Postbus 4105
7320 AD Apeldoorn

Tel.: 055 - 3689191
Fax: 055 - 3689199

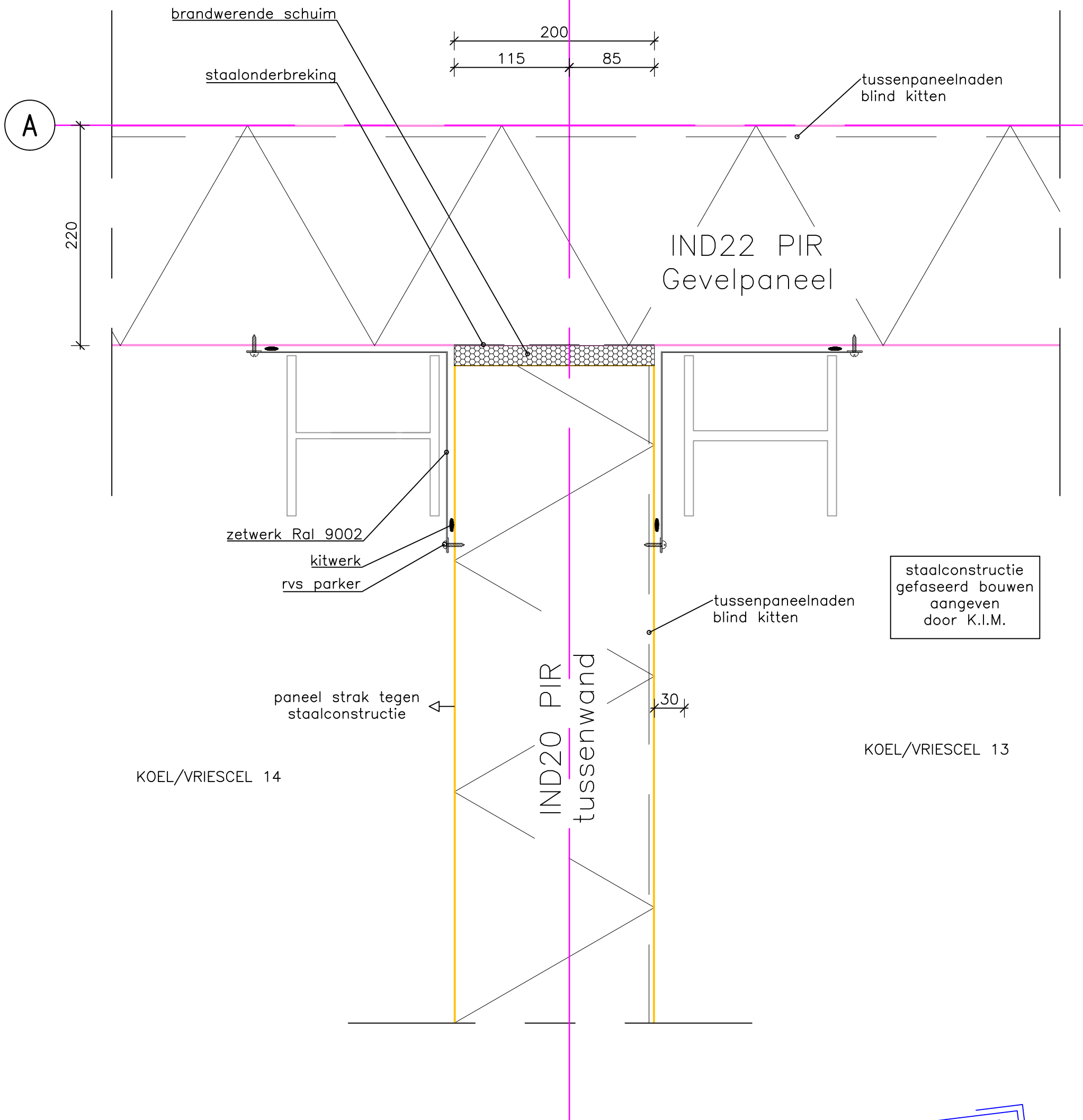
Schaal : 1 : 4
Tekenaar : RO
Datum : 17-09-2012
File : D-02

Onderdeel : DETAIL 2

Detail : D-02-a

02

BUITEN



DEFINITIEF



K.I.M. NEDERLAND B.V.
isolatiesysteembouw
e-mail : info@kim-nederland.nl
Tweelingenlaan 144
Postbus 4105
7320 AD Apeldoorn
Tel.: 055 - 3689191
Fax: 055 - 3689199

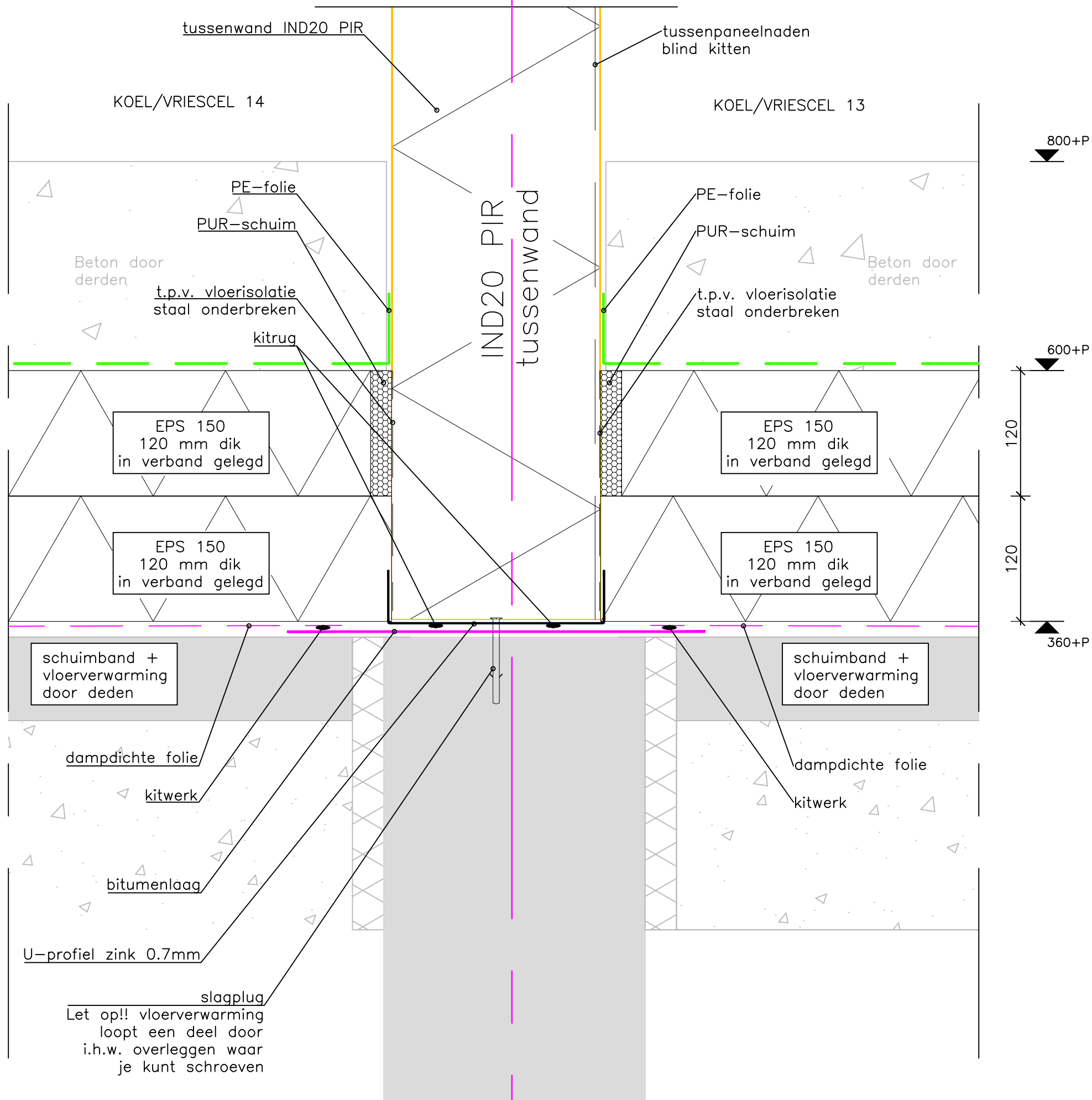
Schaal : 1 : 4
Tekenaar : RO
Datum : 17-09-2012
File : D-03

Onderdeel : DETAIL 3

Detail : D-03-a

02

200
115 85



DEFINITIEF



K.I.M. NEDERLAND B.V.
isolatiesysteembouw
e-mail : info@kim-nederland.nl

Tweelingenlaan 144
Postbus 4105
7320 AD Apeldoorn

Tel.: 055 - 3689191
Fax: 055 - 3689199

Schaal : 1 : 4
Tekenaar : RO
Datum : 17-09-2012
File : D-04

Onderdeel : DETAIL 4

Detail : D-04-a

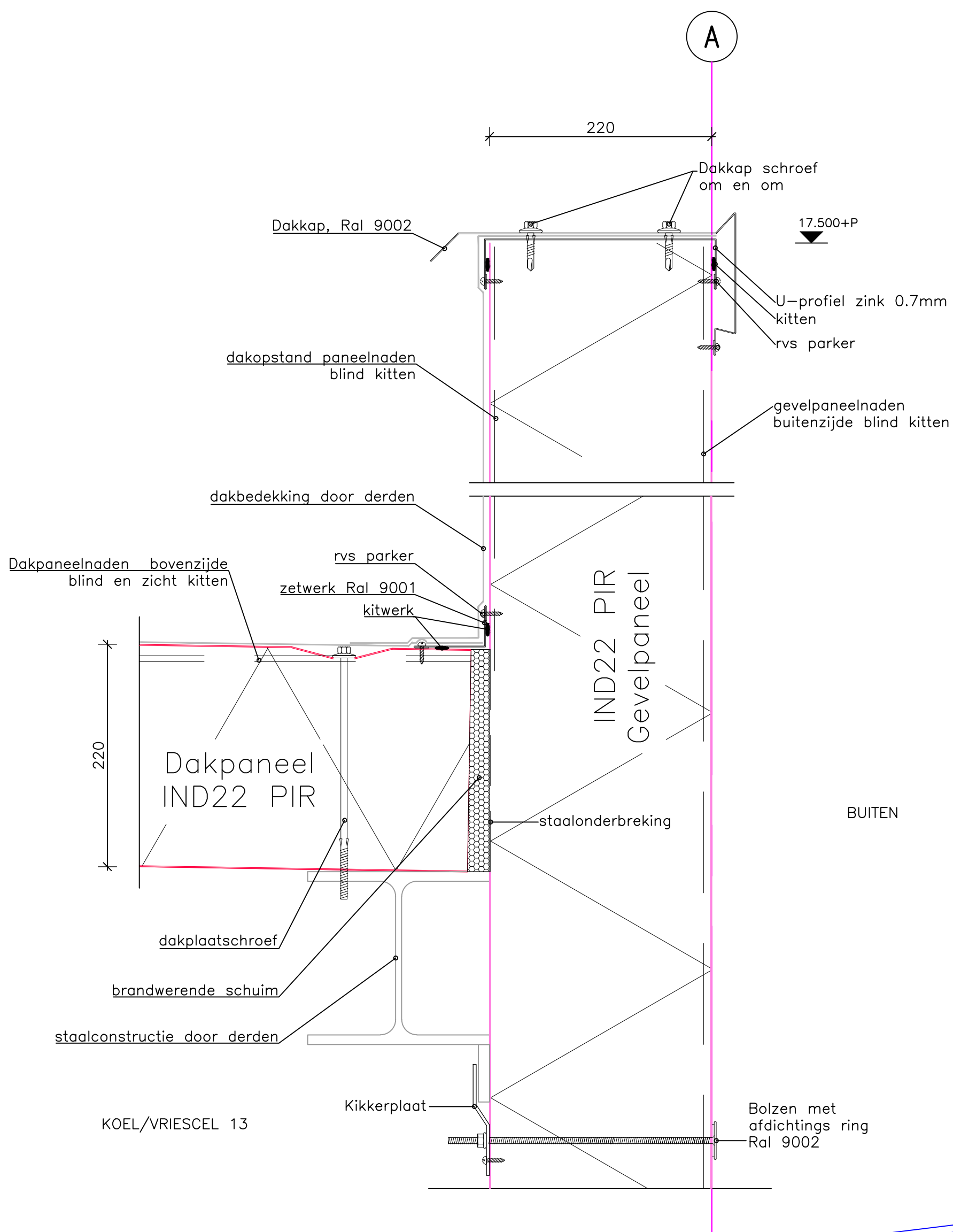
A number line diagram showing the addition of 115 and 85. The top line is labeled 200 and has a vertical purple line at the 100 mark. The bottom line is labeled 115 and 85, with a vertical purple line at the 100 mark.



Tel.: 055 – 3689191
Fax: 055 – 3689199

Schaal : 1 : 4
Tekenaar : RO
Datum : 17-09-2012
File : D-05

Detail : D-05-a



DEFINITIEF



K.I.M. NEDERLAND B.V.
isolatiesysteembouw
e-mail : info@kim-nederland.nl

Tweelingenlaan 144
Postbus 4105
7320 AD Apeldoorn

Tel.: 055 - 3689191
Fax: 055 - 3689199

Schaal : 1 : 4
Tekenaar : RO
Datum : 17-09-2012
File : D-07

Onderdeel : DETAIL 7

Detail : D-07-a

Bijlage 15

Verwachte levensduur huidig

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

**Example
Scenario:**

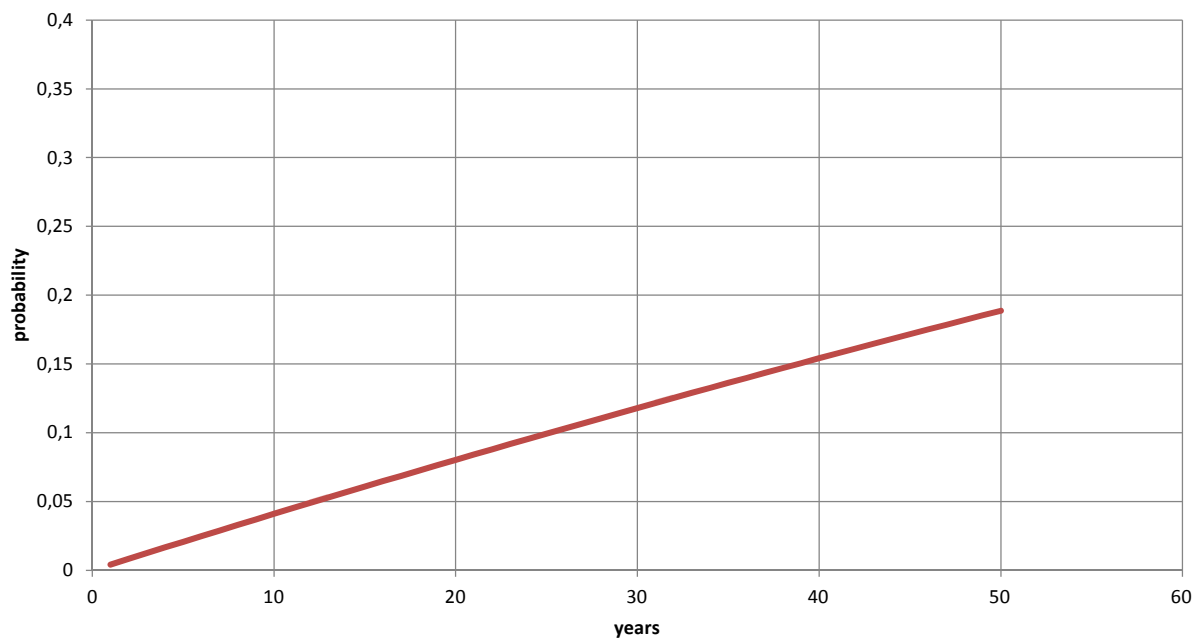
Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	2305 m ²	A(comp)
Building area:	8220 m ²	A(build)
Probability local fire:	3,80E-01	P(local)
LOD1 failure	1	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,31	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,33	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,740948905	$P(LOD) = LOD1 * \{(LOD2a+LOD2b) + (1-LOD2a-LOD2b)*A_{comp}/A_{build}\}$ (oorspronk)
Failure building	2,82E-01	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime: 35,91 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Bijlage 16

Verwachte levensduur nieuw

CASCADEMODEL FIRE SPREAD BUILDING LIFETIME

**Example
Scenario:**

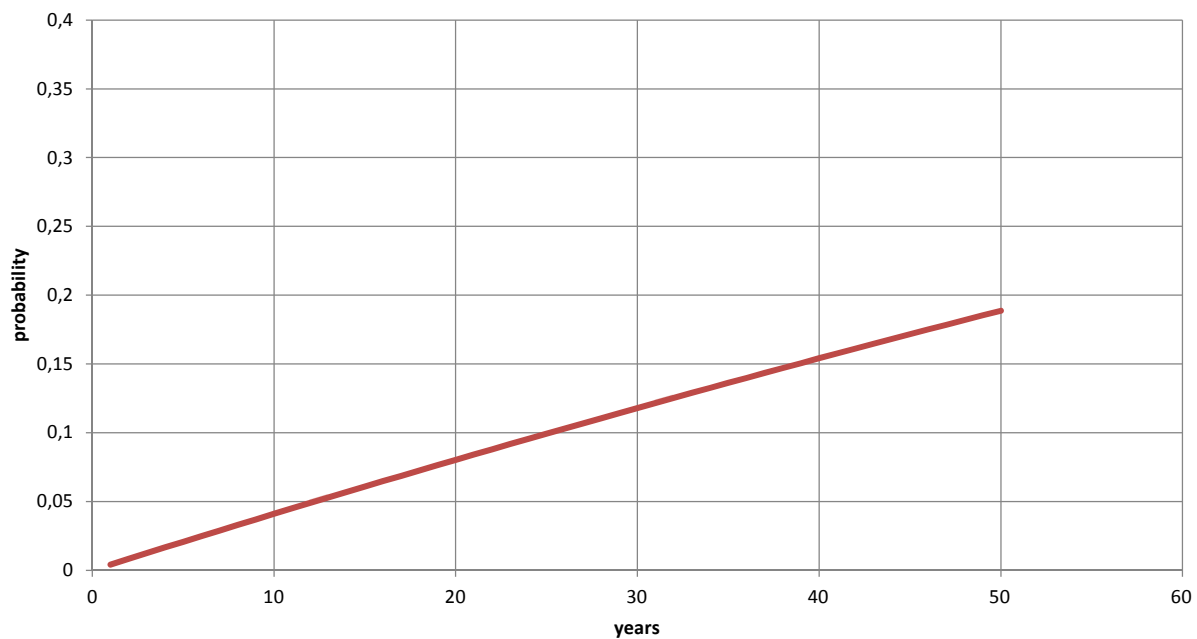
Compartment scenario (kantoor)

Design lifetime: 50 years

Relative prob. local fire:	1,65E-04 m ⁻²	
Max compartment area:	2305 m ²	A(comp)
Building area:	8220 m ²	A(build)
Probability local fire:	3,80E-01	P(local)
LOD1 failure	1	suppression (automatic/manual/none)
LOD2a failure	0,22	separation construction (fire resistance/openings/core material)
LOD2b failure	0,2	adjacent constructions (core material/thermal weight)
Failure LOD's	0,582639903	$P(LOD) = LOD1 * \{(LOD2a+LOD2b) + (1-LOD2a-LOD2b)*A_{comp}/A_{build}\}$ (oorspronk)
Failure building	2,22E-01	TOTAL = P(local) * P(LOD) (gebaseerd op B25)

Probabilistic lifetime: 38,92 years as result of fire

Kans op bezwijken door brand gedurende de levensduur van het gebouw



Bijlage 17

MAT1 greencalc+ huidig concept

Kloosterboer Delta Terminal

Samenvatting

Projectnaam	:	Kloosterboer Delta Terminal
Projectnummer	:	
Bestandsnaam	:	C:\Users\joffrey\Desktop\Sofie\Bestanden dacpro Kloosterboer\Z120350aa\BREEAM documenten\06. Materialen\MAT 1 - greencalc\2012-11-28 Kloosterboer Delta Terminal.gcp
Status project	:	SO
Status berekening	:	Indicatief
Gemaakt door	:	bge
Aanmaakdatum	:	15-10-2012
Laatst gewijzigd	:	11-10-2015
Versie catalogus	:	420
Wijk	:	<Nieuwe wijk>
BVO [m ²]	:	10.150,0
Ag [m ²]	:	9.970,0
Aantal medewerkers	:	0
Levensduur [jaar]	:	50
Categorie	:	utiliteit nieuw
Gebruiksfunctie	:	kantoor
EPC	:	0,40
Rekenmethode	:	GreenCalc+ methodiek gebaseerd op NEN 2916:2004
Schaduwkosten per m ² BVO	:	€ 0,95
t.b.v. BREEAM-NL	:	

Invoergegevens gebouw: Kloosterboer Delta Terminal

	Ontwerp	
Aantal in wijk	:	1
Categorie	:	utiliteit nieuw
Bruto vloeroppervlak [m²]	:	10.150,0
Gebruiksoppervlak [m²]	:	9.970,0
Levensduur gebouw [jaar]	:	50
Aantal bouwlagen	:	2
Aantal medewerkers	:	0
Gebouwfunctie	:	kantoor
Groene stroom	:	nee

Materialen gebouw

Ontwerp		Fundering				Referentie		Fundering							
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten		Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	
P00004	Beton, 20% puingranulaat; in 't werk gestort (€ 0,33/ m) [balkenraster]	1.000,0	m	1200×400 mm	n.v.t.	523,64									
P10021	Bg-vloer op zand (beton / EPS) [samengestelde begane grondvloer]	5.104,0	m²		n.v.t.	1.401,18									
P10022	Bg-vloer op zand (beton / EPS) [samengestelde begane grondvloer]	3.364,0	m²		n.v.t.	774,97									
P00006	Schuimbeton (€ 0,18/ m²) [vloer op vaste grondslag]	5.104,0	m²	80 mm	n.v.t.	144,48									

Ontwerp		Gevels				Referentie		Gevels							
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten		Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	
P10004	Raam (aluminium kozijn, triple-glas) [samengestelde buitenwandopening]	126,0	m²		n.v.t.	59,16									
P10020	Resolschuimplaten PIR 220 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	5.179,0	m²		n.v.t.	881,45									
P10005	Resolschuimplaten PIR 140 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	2.340,0	m²		n.v.t.	321,39									
P10006	Purschuimplaten PUR 170 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	1.877,0	m²		n.v.t.	252,42									
P10007	Purschuimplaten PUR 140 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	3.207,0	m²		n.v.t.	400,36									
P10008	Purschuimplaten PUR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	279,0	m²		n.v.t.	31,24									
S10078	Segmenthefdeur (pvc / aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening]	337,4	m²		n.v.t.	171,41									
P10017	Deur (isolatie in aluminium frame en aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening (deur)]	50,0	m²		n.v.t.	16,71									
P10018	Deur (isolatie in aluminium frame en aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening (deur)]	5,0	m²		n.v.t.	1,62									
S10078	Segmenthefdeur (pvc / aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening]	12,5	m²		n.v.t.	6,35									

Ontwerp Binnenwanden							Referentie Binnenwanden						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
P10002	Elementwand metal stud(gipspl / steenw 75 / incl afw) [samengestelde binnenwand (element)]	508,0	m²		n.v.t.	117,68							
P10003	Elementwand metal stud(gipspl / steenw 100 / incl afw) [samengestelde binnenwand (element)]	1.104,0	m²		n.v.t.	266,59							
S00847	HEA 180 (€ 0,14/ m) [kolommen, staal]	582,0	m		n.v.t.	79,95							
S00848	HEA 200 (€ 0,16/ m) [kolommen, staal]	352,0	m		n.v.t.	57,61							
S00849	HEA 220 (€ 0,20/ m) [kolommen, staal]	1.074,0	m		n.v.t.	209,86							
S00850	HEA 240 (€ 0,23/ m) [kolommen, staal]	235,0	m		n.v.t.	54,83							
S00852	HEA 280 (€ 0,30/ m) [kolommen, staal]	248,0	m		n.v.t.	73,31							
S00900	IPE 270 (€ 0,15/ m) [kolommen, staal IPE]	212,0	m		n.v.t.	31,09							
S00902	IPE 330 (€ 0,19/ m) [kolommen, staal IPE]	689,0	m		n.v.t.	130,90							
S00903	IPE 360 (€ 0,22/ m) [kolommen, staal IPE]	88,0	m		n.v.t.	19,44							
S00904	IPE 400 (€ 0,26/ m) [kolommen, staal IPE]	118,0	m		n.v.t.	30,27							
S00240	Keramische tegels; geglazuurd / gelijmd (€ 0,05/ m²) [wandtegelerk]	595,0	m²	11 mm	n.v.t.	28,31							
P10009	Resolschuimplaten PIR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	1.290,0	m²		n.v.t.	155,99							
P10010	Purschuimplaten PUR 150 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	165,0	m²		n.v.t.	21,13							
P10008	Purschuimplaten PUR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	520,0	m²		n.v.t.	58,23							
P10011	Purschuimplaten PUR 80 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	745,0	m²		n.v.t.	78,64							
P10019	Binnendeur (hardboard met honingraat / stalen kozijn) [samengestelde binnenwandopening (deur)]	117,0	m²		n.v.t.	26,31							
S00843	HEA 100 (€ 0,06/ m) [kolommen, staal]	458,0	m		n.v.t.	29,60							
S00844	HEA 120 (€ 0,08/ m) [kolommen, staal]	458,0	m		n.v.t.	35,27							
S00845	HEA 140 (€ 0,10/ m) [kolommen, staal]	1.148,0	m		n.v.t.	109,72							
S00846	HEA 160 (€ 0,12/ m) [kolommen, staal]	1.036,0	m		n.v.t.	121,86							
S00853	HEA 300 (€ 0,34/ m) [kolommen, staal]	184,0	m		n.v.t.	62,87							
S00854	HEA 320 (€ 0,38/ m) [kolommen, staal]	646,0	m		n.v.t.	243,96							
S00855	HEA 340 (€ 0,41/ m) [kolommen, staal]	110,0	m		n.v.t.	44,69							
S00931	HEA 340 (€ 0,41/ m) [balken, staal HEA]	26,0	m		n.v.t.	10,56							
S00896	IPE 180 (€ 0,07/ m) [kolommen, staal IPE]	208,0	m		n.v.t.	15,13							
S00897	IPE 200 (€ 0,09/ m) [kolommen, staal IPE]	12,0	m		n.v.t.	1,04							
S00898	IPE 220 (€ 0,10/ m) [kolommen, staal IPE]	39,0	m		n.v.t.	3,95							
S00899	IPE 240 (€ 0,12/ m) [kolommen, staal IPE]	119,0	m		n.v.t.	14,14							
S00901	IPE 300 (€ 0,16/ m) [kolommen, staal IPE]	89,0	m		n.v.t.	14,53							
S00905	IPE 450 (€ 0,30/ m) [kolommen, staal IPE]	31,0	m		n.v.t.	9,31							
S01672	UNP 120; verzinkt (€ 0,06/ m) [UNP -	157,0	m		n.v.t.	9,87							
S01673	UNP 140; verzinkt (€ 0,07/ m) [UNP -	1.761,0	m		n.v.t.	131,71							
S01674	UNP 160; verzinkt (€ 0,09/ m) [UNP -	355,0	m		n.v.t.	30,94							
S01675	UNP 180; verzinkt (€ 0,10/ m) [UNP -	801,0	m		n.v.t.	81,32							
S01678	UNP 240; verzinkt (€ 0,15/ m) [UNP -	11,0	m		n.v.t.	1,66							
S00872	HEB 200 (€ 0,24/ m) [kolommen, staal]	211,0	m		n.v.t.	50,05							
S00876	HEB 280 (€ 0,40/ m) [kolommen, staal]	211,0	m		n.v.t.	84,09							

Ontwerp Vloeren							Referentie Vloeren						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
P10001	Verdiepingsvloer (kanaalpl. / druklaag / cementdekvloer / incl verl.plafond) [samengestelde verdiepingsvloer]	590,0	m²		n.v.t.	216,79							
S00258	Keramische tegels, geglazuurd / gelijmd (€ 0,05/ m²) [vloertegelwerk]	303,0	m²	11 mm	n.v.t.	14,31							
S01239	Natuursteen (€ 0,01/ m) [plinten]	11,0	m	12x55 mm	n.v.t.	0,06							

<u>Ontwerp</u> <u>Daken</u>							<u>Referentie</u> <u>Daken</u>						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
P10014	Purschuimplatten PUR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	723,0	m²		n.v.t.	80,97							
P10012	Purschuimplatten PUR 220 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	3.710,0	m²		n.v.t.	558,52							
P10013	Resolschuimplatten PIR 220 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde]	1.120,0	m²		n.v.t.	190,62							
P10015	Plat dak (sandwichpaneel / dakbedekking kunststof) [samengesteld plat dak]	4.650,0	m²		n.v.t.	559,83							
P10016	Plat dak (sandwichpaneel / dakbedekking kunststof) [samengesteld plat dak]	590,0	m²		n.v.t.	64,98							
S01955	PVC, koud verlijmd; 2 mm (€ 0,03/ m²) [dakbedekking plat dak]	5.476,0	m²	2 mm	n.v.t.	161,65							
P00003	Staal verzinkt; trapezium (€ 0,09/ m²) [dakafwerking hellend dak]	4.650,0	m²	0,88 mm	n.v.t.	551,91							
S00972	IPE 180 (€ 0,07/ m) [balken, staal IPE]	2.880,0	m		n.v.t.	209,50							
S01759	Buisprofiel; rond 114.3 mm (€ 0,05/ m) [buisprofiel]	2.250,0	m		n.v.t.	123,41							

<u>Ontwerp</u> <u>Installaties</u>							<u>Referentie</u> <u>Installaties</u>						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
S01075	PVC; utiliteitsbouw (€ 0,00/ m²BVO) [binnenriolering]	590,0	m²BVO		n.v.t.	0,68							
S00325	PVC; 80 mm (€ 0,01/ m)	206,0	m	80 mm	n.v.t.	1,84							
S01071	Koper; 15 mm; utiliteitsbouw (€ 0,01/ m²BVO) [waterleiding U-bouw]	10.150,0	m²BVO		n.v.t.	83,62							
S01055	Close-in boiler (10-15 liter) (€ 0,01/ m²BVO) [opwekkingstoestel]	10.150,0	m²BVO		n.v.t.	68,77							
S10030	Natuurlijke luchttoevoer en mechanische afvoer [ventilatie U-bouw (samengesteld)]	590,0	m²BVO		n.v.t.	13,31							
S01060	Vloerverwarming, kunststof (PE) leidingen (€ 0,00/ m²BVO) [warmte afgiftesystemen U-bouw]	590,0	m²BVO		n.v.t.	1,11							
S01049	Verwarmingsketel (€ 0,01/ m²BVO) [opwekkingstoestel verwarming U-bouw]	10.150,0	m²BVO		n.v.t.	80,35							
S01063	Compressiekoelmachine (€ 0,03/ m²BVO) [koeling U-bouw]	490,0	m²BVO		n.v.t.	16,61							

<u>Ontwerp</u> <u>Inrichting</u>							<u>Referentie</u> <u>Inrichting</u>						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
S01389	Staal; balustrade, 1300 mm hoog (€ 0,29/ m) [ballustrades]	13,1	m		n.v.t.	3,77							
S00311	Staal (€ 4,38/ stuk) [trappen U-bouw]	27,0	stk		n.v.t.	118,39							
S00358	Toiletcombinatie; porselein (€ 0,12/ stuk) [toiletcombinaties]	16,0	stk		n.v.t.	1,91							
S01078	Urinoir; porselein (€ 0,03/ stuk) [urinoirs]	2,0	stk		n.v.t.	0,05							
S00361	Wastafelcombinatie; porselein (€ 0,13/ stuk) [wastafelcombinaties]	5,0	stk		n.v.t.	0,66							
S00348	Multiplex vuren, 5% UF; standaard bouw (€ 1,78/ stuk) [keukenblokken]	1,0	stk		n.v.t.	1,78							

Resultaat Kloosterboer Delta Terminal

Milieukosten totaal [Gebouw]

	Milieukosten per jaar		Milieukosten/m² BVO		Eigen-index
	Ontw.	Ref.	Ontw.	Ref.	
Materiaal	€ 10.658,-	€ 0,-	€ 1,05	-	-
Energie	€ 10.332,-	€ 0,-	€ 1,02	-	-
Water	€ 0,-	€ 0,-	€ 0,-	-	-
Totaal	€ 20.990,-	€ 0,-	€ 2,07	-	-

Milieukosten materialen [Gebouw]

	Milieukosten per jaar	
	Ontw.	Ref.
Bouwdeel		
Fundering	€ 2.844,26	€ 0,-
Gevels	€ 2.142,12	€ 0,-
Binnenwanden	€ 2.546,44	€ 0,-
Vloeren	€ 231,16	€ 0,-
Daken	€ 2.501,40	€ 0,-
Installaties	€ 266,29	€ 0,-
Inrichting	€ 126,57	€ 0,-
Totaal	€ 10.658,24	€ 0,-
Eigen-index	0	100

Schaduwkosten per m² BVO t.b.v. BREEAM-NL MAT1 : € 0,95

Bijlage 18

MAT1 greencalc+ nieuw concept

Kloosterboer Delta Terminal

Samenvatting

Projectnaam	:	Kloosterboer Delta Terminal
Projectnummer	:	
Bestandsnaam	:	C:\Users\joffrey\Desktop\Sofie\2015-10-10 Kloosterboer Delta Terminal combinatie PIR en CB.gcp
Status project	:	SO
Status berekening	:	Indicatief
Gemaakt door	:	bge
Aanmaakdatum	:	15-10-2012
Laatst gewijzigd	:	11-10-2015
Versie catalogus	:	420
Wijk	:	<Nieuwe wijk>
BVO [m²]	:	10.150,0
Ag [m²]	:	9.970,0
Aantal medewerkers	:	0
Levensduur [jaar]	:	50
Categorie	:	utiliteit nieuw
Gebruiksfunctie	:	kantoor
EPC	:	0,40
Rekenmethode	:	GreenCalc+ methodiek gebaseerd op NEN 2916:2004
Schaduwkosten per m² BVO	:	€ 0,97
t.b.v. BREEAM-NL	:	

Invoergegevens gebouw: Kloosterboer Delta Terminal

(onderdeel van wijk: <Nieuwe wijk>)

	Ontwerp	
Aantal in wijk	:	1
Categorie	:	utiliteit nieuw
Bruto vloeroppervlak [m²]	:	10.150,0
Gebruiksoppervlak [m²]	:	9.970,0
Levensduur gebouw [jaar]	:	50
Aantal bouwlagen	:	2
Aantal medewerkers	:	0
Gebouwfunctie	:	kantoor
Groene stroom	:	nee

Materialen gebouw

Ontwerp		Fundering				Referentie		Fundering							
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten		Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	
P00004	Beton, 20% puingranulaat; in 't werk gestort (€ 0,33/ m) [balkenraster	1.000,0	m	1200×400 mm	n.v.t.	523,64									
P10021	Bg-vloer op zand (beton / EPS) [samengestelde begane grondvloer]	5.104,0	m²		n.v.t.	1.401,18									
P10022	Bg-vloer op zand (beton / EPS) [samengestelde begane grondvloer]	3.364,0	m²		n.v.t.	774,97									
P00006	Schuimbeton (€ 0,18/ m²) [vloer op vaste grondslag]	5.104,0	m²	80 mm	n.v.t.	144,48									

Ontwerp		Gevels				Referentie		Gevels							
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten		Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	
P10004	Raam (aluminium kozijn, triple-glas) [samengestelde buitenwandopening	126,0	m²		n.v.t.	59,16									
P10020	Resolschuimplaten PIR 220 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	5.179,0	m²		n.v.t.	881,45									
P10005	Resolschuimplaten PIR 140 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	2.340,0	m²		n.v.t.	321,39									
P10006	Resolschuimplaten PIR 170 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	1.877,0	m²		n.v.t.	280,92									
P10007	Resolschuimplaten PIR 140 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	3.207,0	m²		n.v.t.	440,47									
P10009	Resolschuimplaten PIR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde	279,0	m²		n.v.t.	33,74									
S10078	Segmenthefdeur (pvc / aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening	337,4	m²		n.v.t.	171,41									
P10017	Deur (isolatie in aluminium frame en aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening (deur)]	50,0	m²		n.v.t.	16,71									
P10018	Deur (isolatie in aluminium frame en aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening (deur)]	5,0	m²		n.v.t.	1,62									
S10078	Segmenthefdeur (pvc / aluminium kozijn) [samengestelde buitenwandopening	12,5	m²		n.v.t.	6,35									

Ontwerp Binnenwanden							Referentie Binnenwanden						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
P10002	Elementwand metal stud(gipspl / steenw 75 / incl afw) [samengestelde binnenwand (element)]	508,0	m²		n.v.t.	117,68							
P10003	Elementwand metal stud(gipspl / steenw 100 / incl afw) [samengestelde binnenwand (element)]	1.104,0	m²		n.v.t.	266,59							
S00847	HEA 180 (€ 0,14/ m) [kolommen, staal]	582,0	m		n.v.t.	79,95							
S00848	HEA 200 (€ 0,16/ m) [kolommen, staal]	352,0	m		n.v.t.	57,61							
S00849	HEA 220 (€ 0,20/ m) [kolommen, staal]	1.074,0	m		n.v.t.	209,86							
S00850	HEA 240 (€ 0,23/ m) [kolommen, staal]	235,0	m		n.v.t.	54,83							
S00852	HEA 280 (€ 0,30/ m) [kolommen, staal]	248,0	m		n.v.t.	73,31							
S00900	IPE 270 (€ 0,15/ m) [kolommen, staal IPE]	212,0	m		n.v.t.	31,09							
S00902	IPE 330 (€ 0,19/ m) [kolommen, staal IPE]	689,0	m		n.v.t.	130,90							
S00903	IPE 360 (€ 0,22/ m) [kolommen, staal IPE]	88,0	m		n.v.t.	19,44							
S00904	IPE 400 (€ 0,26/ m) [kolommen, staal IPE]	118,0	m		n.v.t.	30,27							
S00240	Keramische tegels; geglaazuurd / gelijmd (€ 0,05/ m²) [wandtegelerwerk]	595,0	m²	11 mm	n.v.t.	28,31							
P10010	Resolschuimplaten PIR 150 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde binnenwand]	165,0	m²		n.v.t.	23,34							
P10008	Resolschuimplaten PIR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde binnenwand]	520,0	m²		n.v.t.	62,88							
P10011	Resolschuimplaten PIR 80 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde buitenwand]	745,0	m²		n.v.t.	83,97							
P10019	Binnendeur (hardboard met honingraat / stalen kozijn) [samengestelde binnenwandopening (deur)]	117,0	m²		n.v.t.	26,31							
S00843	HEA 100 (€ 0,06/ m) [kolommen, staal]	458,0	m		n.v.t.	29,60							
S00844	HEA 120 (€ 0,08/ m) [kolommen, staal]	458,0	m		n.v.t.	35,27							
S00845	HEA 140 (€ 0,10/ m) [kolommen, staal]	1.148,0	m		n.v.t.	109,72							
S00846	HEA 160 (€ 0,12/ m) [kolommen, staal]	1.036,0	m		n.v.t.	121,86							
S00853	HEA 300 (€ 0,34/ m) [kolommen, staal]	184,0	m		n.v.t.	62,87							
S00854	HEA 320 (€ 0,38/ m) [kolommen, staal]	646,0	m		n.v.t.	243,96							
S00855	HEA 340 (€ 0,41/ m) [kolommen, staal]	110,0	m		n.v.t.	44,69							
S00931	HEA 340 (€ 0,41/ m) [balken, staal HEA]	26,0	m		n.v.t.	10,56							
S00896	IPE 180 (€ 0,07/ m) [kolommen, staal IPE]	208,0	m		n.v.t.	15,13							
S00897	IPE 200 (€ 0,09/ m) [kolommen, staal IPE]	12,0	m		n.v.t.	1,04							
S00898	IPE 220 (€ 0,10/ m) [kolommen, staal IPE]	39,0	m		n.v.t.	3,95							
S00899	IPE 240 (€ 0,12/ m) [kolommen, staal IPE]	119,0	m		n.v.t.	14,14							
S00901	IPE 300 (€ 0,16/ m) [kolommen, staal IPE]	89,0	m		n.v.t.	14,53							
S00905	IPE 450 (€ 0,30/ m) [kolommen, staal IPE]	31,0	m		n.v.t.	9,31							
S01672	UNP 120; verzinkt (€ 0,06/ m) [UNP -]	157,0	m		n.v.t.	9,87							
S01673	UNP 140; verzinkt (€ 0,07/ m) [UNP -]	1.761,0	m		n.v.t.	131,71							
S01674	UNP 160; verzinkt (€ 0,09/ m) [UNP -]	355,0	m		n.v.t.	30,94							
S01675	UNP 180; verzinkt (€ 0,10/ m) [UNP -]	801,0	m		n.v.t.	81,32							
S01678	UNP 240; verzinkt (€ 0,15/ m) [UNP -]	11,0	m		n.v.t.	1,66							
S00872	HEB 200 (€ 0,24/ m) [kolommen, staal]	211,0	m		n.v.t.	50,05							
S00876	HEB 280 (€ 0,40/ m) [kolommen, staal]	211,0	m		n.v.t.	84,09							
S00014	Cellenbetonblokken (€ 0,20/ m²) [binnenspouwblad]	580,5	m²	150 mm	n.v.t.	116,87							
P10008	Resolschuimplaten PIR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde binnenwand]	709,5	m²		n.v.t.	85,79							

Ontwerp Vloeren							Referentie Vloeren						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
P10001	Verdiepingsvloer (kanaalpl. / druklaag / cementdekvloer / incl verl.plafond) [samengestelde verdiepingsvloer]	590,0	m²		n.v.t.	216,79							
S00258	Keramische tegels, geglaazuurd / gelijmd (€ 0,05/ m²) [vloertegelwerk]	303,0	m²	11 mm	n.v.t.	14,31							
S01239	Natuursteen (€ 0,01/ m) [plinten]	11,0	m	12x55 mm	n.v.t.	0,06							

Ontwerp Daken							Referentie Daken						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
P10014	Resolschuimplaten PIR 100 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde]	723,0	m²		n.v.t.	87,43							
P10012	Resolschuimplaten PIR 220 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde]	3.710,0	m²		n.v.t.	631,43							
P10013	Resolschuimplaten PIR 220 mm + 2 x staal 0,63 mm [samengestelde]	1.120,0	m²		n.v.t.	190,62							
P10015	Plat dak (sandwichpaneel / dakbedekking kunststof) [samengesteld plat dak]	4.650,0	m²		n.v.t.	559,83							
P10016	Plat dak (sandwichpaneel / dakbedekking kunststof) [samengesteld plat dak]	590,0	m²		n.v.t.	64,98							
S01955	PVC, koud verlijmd; 2 mm (€ 0,03/ m²) [dakbedekking plat dak]	5.476,0	m²	2 mm	n.v.t.	161,65							
P00003	Staal verzinkt; trapezium (€ 0,09/ m²) [dakafwerking hellend dak]	4.650,0	m²	0,88 mm	n.v.t.	551,91							
S00972	IPE 180 (€ 0,07/ m) [balken, staal IPE]	2.880,0	m		n.v.t.	209,50							
S01759	Buisprofiel; rond 114.3 mm (€ 0,05/ m) [buisprofiel]	2.250,0	m		n.v.t.	123,41							

Ontwerp Installaties							Referentie Installaties						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
S01075	PVC; utiliteitsbouw (€ 0,00/ m²BVO) [binnenriolering]	590,0	m²BVO		n.v.t.	0,68							
S00325	PVC; 80 mm (€ 0,01/ m)	206,0	m	80 mm	n.v.t.	1,84							
S01071	Koper; 15 mm; utiliteitsbouw (€ 0,01/ m²BVO) [waterleiding U-bouw]	10.150,0	m²BVO		n.v.t.	83,62							
S01055	Close-in boiler (10-15 liter) (€ 0,01/ m²BVO) [opwekkingstoestel]	10.150,0	m²BVO		n.v.t.	68,77							
S10030	Natuurlijke luchttoevoer en mechanische afvoer [ventilatie U-bouw (samengesteld)]	590,0	m²BVO		n.v.t.	13,31							
S01060	Vloerverwarming, kunststof (PE) leidingen (€ 0,00/ m²BVO) [warmte afgiftesystemen U-bouw]	590,0	m²BVO		n.v.t.	1,11							
S01049	Verwarmingsketel (€ 0,01/ m²BVO) [opwekkingstoestel verwarming U-bouw]	10.150,0	m²BVO		n.v.t.	80,35							
S01063	Compressiekoelmachine (€ 0,03/ m²BVO) [koeling U-bouw]	490,0	m²BVO		n.v.t.	16,61							

Ontwerp Inrichting							Referentie Inrichting						
Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten	Code	Product	Aantal	Eenh...	Info	Begr...	Milieukosten
S01389	Staal; balustrade, 1300 mm hoog (€ 0,29/ m) [ballustrades]	13,1	m		n.v.t.	3,77							
S00311	Staal (€ 4,38/ stuk) [trappen U-bouw]	27,0	stk		n.v.t.	118,39							
S00358	Toiletcombinatie; porselein (€ 0,12/ stuk) [toiletcombinaties]	16,0	stk		n.v.t.	1,91							
S01078	Urinoir; porselein (€ 0,03/ stuk) [urinoirs]	2,0	stk		n.v.t.	0,05							
S00361	Wastafelcombinatie; porselein (€ 0,13/ stuk) [wastafelcombinaties]	5,0	stk		n.v.t.	0,66							
S00348	Multiplex vuren, 5% UF; standaard bouw (€ 1,78/ stuk) [keukenblokken]	1,0	stk		n.v.t.	1,78							

Resultaat Kloosterboer Delta Terminal

Milieukosten totaal [Gebouw]

	Milieukosten per jaar		Milieukosten/m² BVO		Eigen-index
	Ontw.	Ref.	Ontw.	Ref.	
Materiaal	€ 10.868,-	€ 0,-	€ 1,07	-	-
Energie	€ 10.332,-	€ 0,-	€ 1,02	-	-
Water	€ 0,-	€ 0,-	€ 0,-	-	-
Totaal	€ 21.200,-	€ 0,-	€ 2,09	-	-

Milieukosten materialen [Gebouw]

	Milieukosten per jaar	
	Ontw.	Ref.
Bouwdeel		
Fundering	€ 2.844,26	€ 0,-
Gevels	€ 2.213,23	€ 0,-
Binnenwanden	€ 2.605,29	€ 0,-
Vloeren	€ 231,16	€ 0,-
Daken	€ 2.580,77	€ 0,-
Installaties	€ 266,29	€ 0,-
Inrichting	€ 126,57	€ 0,-
Totaal	€ 10.867,57	€ 0,-
Eigen-index	0	100

Schaduwkosten per m² BVO t.b.v. BREEAM-NL MAT1 : € 0,97