



Ingenieursbureau voor:

- Akoestiek
- Geluidbeheersing
- Bouwfysica

Kees Rijk BV  
Watertorenweg 24  
6571 CB Berg en Dal  
+31 6 44640023  
info@keesrijk.nl

## Keerwanden met Legioblock betonblokken

Onderzoek brandwerendheid

Auteur: ir. C.A.E. (Kees) Rijk

Rapport: 171404a

Datum: 17 april 2017



### Opdrachtgever

Jansen Legioblock BV

Kanaaldijk Zuid 24

Postbus 60

5690 AB Son

### Contact

Verkoop Binnendienst

Telefoon: +31 (0)88 8778778

Sales@legioblock.com



## Inhoud

1.	Inleiding.....	3
2.	Productbeschrijving.....	3
2.1	Algemeen.....	3
2.2	Productomschrijving en uitvoering .....	3
2.2.1	Betonkwaliteit .....	3
2.2.2	Opbouw scheidingswand .....	4
2.2.3	Aansluitingen (naden/ spleten).....	4
2.2.4	Belasting op de wand .....	4
3.	Uitgangspunten .....	5
4.	Beoordelingskader .....	5
4.1	Beoordelingsmethoden en normen .....	5
4.1.1	Configuratiernormeringen.....	5
4.1.2	Classificatiernormeringen.....	5
4.1.3	Thermische belastingen .....	6
4.2	Beoordelingscriteria .....	7
4.2.1	Bezwijkcriterium (R) .....	7
4.2.2	Vlamdichtheids criterium betrokken op de afdichting (E).....	7
4.2.3	Thermische isolatiecriterium betrokken op de temperatuur (I) en op de warmtestraling (W) .....	7
5.	Onderzoek en beoordeling.....	8
5.1	Bezwijkcriterium (R) .....	8
5.1.1	Beoordeling druksterkte .....	8
5.1.2	Beoordeling bij spatgedrag en gereduceerde oplegging .....	8
5.2	Vlamdichtheids criterium betrokken op afdichting (E) .....	10
5.3	Thermische isolatiecriterium betrokken op temperatuur (I) en isolatie (W).....	11
6.	Toepassingsgebied .....	12
7.	Conclusie en classificatie .....	12

## Bijlage 1: Legioblock wanden met overkapping



## 1. Inleiding

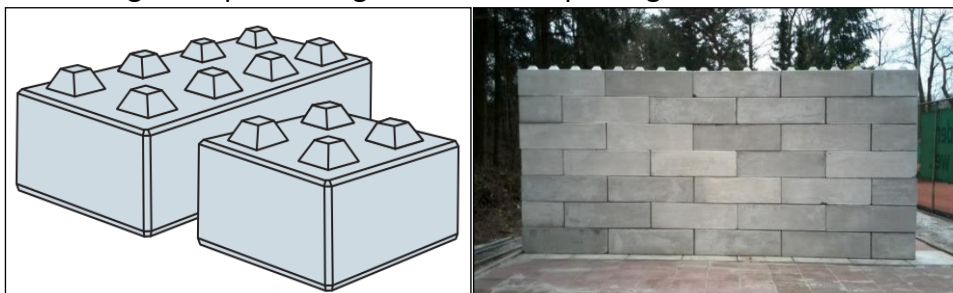
Met de betonnen stapelblokken van het Legioblock bouwsysteem worden wanden gerealiseerd. De wanden kunnen worden gebouwd tot 8,80 m hoogte en blijven verplaatsbaar. De wanden worden toegepast in veel verschillende situaties, onder andere bij de opslag van brandbare materialen zoals hout en autobanden in de open lucht. Aangezien brandwerendheid van de wanden van belang is en er bovendien moet worden voldaan de wet- en regelgeving op het gebied van de brandveiligheid, is onderzoek uitgevoerd. In deze rapportage wordt verslag gedaan van het onderzoek.

## 2. Productbeschrijving

### 2.1 Algemeen

De Legioblock is een ongewapend betonblok met standaardafmetingen welke in verschillende verbanden kunnen worden gestapeld. De gangbare basisafmeting van het betonblok is 160 cm x 80 cm x 80 cm of 160 cm x 80 cm x 40 cm (lengte x breedte x hoogte). Hiermee kan een brandwerende en scheidende keerwand met een dikte van 80 cm worden gerealiseerd. Afbeelding 1 is een impressie van Legioblocks voor een stapeling in halfsteensverband weergegeven.

Afbeelding 1: impressie Legioblocks en toepassing als scheidende wand



### 2.2 Productomschrijving en uitvoering

#### 2.2.1 Betonkwaliteit

Legioblocks is een betonnen stapelblok met noppen. Het materiaal is ongewapend beton met een betonkwaliteit C20/25 tot C30/35. In tabel 1 staan de relevante eigenschappen van het beton.

Tabel 1: specificaties betonkwaliteit

Betonkwaliteit	Druksterkte		Soortelijke massa	Toeslagmateriaal	Dampdiffusie (weerstandsgetal)
	Cilinderdruksterkte	Kubusdruksterkte		Grindkorrelgroep	
C20/25	25 N/mm <sup>2</sup>	20 N/mm <sup>2</sup>	2000 kg/m <sup>3</sup>	16-32 mm (grof)	8-14
C30/35	35 N/mm <sup>2</sup>	30 N/mm <sup>2</sup>	2000 kg/m <sup>3</sup>	16-32 mm (grof)	8-14



De productkwaliteit wordt geborgd middels kwaliteitscertificaten (KIWA) en productiecontroles. De betonkwaliteit is bereikt na 28 dagen verhardingstijd en bereid onder ideale omstandigheden (prefab). De aan te houden gemiddelde kubusdruksterkte bedraagt in de praktijk 33 N/mm<sup>2</sup>. De gemiddelde aan te houden axiale treksterkte bedraagt 2,2 N/mm<sup>2</sup>.

### 2.2.2 *Opbouw scheidingswand*

Legioblocks worden droog met noppen en gaten op elkaar en in verband gestapeld tot de gewenste hoogte. Bij haakse aansluitingen van wanden worden deze vertand met elkaar verbonden. De hoekranden van de elementen zijn van vellingkanten (10 mm) voorzien. De elementen sluiten verder zowel verticaal als horizontaal koud op elkaar aan.

### 2.2.3 *Aansluitingen (naden/ spleten)*

Legioblocks worden op elkaar gestapeld met in elkaar passende noppen en gaten. Ondanks zorgvuldige stapeling zijn spleetvormige openingen tussen de gestapelde blokken onvermijdbaar, zowel horizontaal als verticaal.

De horizontale spleten tussen de op elkaar gestapelde blokken kunnen enkele millimeters breed zijn. De hier vermelde horizontale spleetbreedtes hebben betrekking op de netto (aerodynamische) doorlaatopening van de spleet. Op basis van de afmetingen (hoogte en diepte) van de horizontale spleten en vlamgedrag kan worden geconcludeerd dat er geen branddoorslag optreedt.

De afmeting van de verticale spleten tussen de naast elkaar geplaatste blokken hangt samen met de vlakheid van de ondergrond en is doorgaans beperkt tot enkele millimeters. Plaatselijk kan een enkele uitzonderlijk brede spleet onvermijdbaar zijn, tot 30 mm.

Afbeelding 2: aansluitingen Legioblocks keerwand met naden en vellingkanten



### 2.2.4 *Belasting op de wand*

De wand kan door opslag worden belast. Aangegeven is dat de zijwaartse belasting loodrecht op de muur maximaal 8 kNm per meter wandlengte bedraagt. Dit is ondergeschikt aan het eigen gewicht (normaalkracht) dat verticaal op de wand rust.



### 3. Uitgangspunten

Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van theoretische brandfysische beschouwingen. Bij het onderzoek is uitgegaan van de in hoofdstuk 4 aangegeven normen en de volgende gegevens:

- Norm EN 1992-1-2 (Eurocode 2) ontwerp en berekening van betonconstructies bij brand
- Brandtemperatuur-tijdcurves uit de norm EN 1991-1-2
- Publicatie 'spatgedrag van beton bij brand', Vereniging van Ondernemingen van Betonmortelfabrikanten in Nederland, 2006
- Briefrapport Peutz m.b.t. brandwerendheid Legioblocks d.d. 10 januari 2005
- Tabellarium Fire Safety Engineering, Stichting Kennisbank Bouwfysica
- Brand Recyclinghof Essen, 26 januari 2011
- Brand Kost Bochum, 16 juli 2007

### 4. Beoordelingskader

#### 4.1 Beoordelingsmethoden en normen

##### 4.1.1 Configuratiernormeringen

Voor beoordeling en toepassing als wand met scheidende functie is gebruikgemaakt van de Europese testnormen, namelijk:

- Norm EN 1363-1:2012 Bepaling van de brandwerendheid – Algemene eisen
- Norm EN 1363-2:1999 Bepaling van de brandwerendheid – Alternatieve en aanvullende procedures
- Norm EN 1364-1:2015 Bepaling van de brandwerendheid van niet dragende bouwdelen – Wanden
- Norm EN 1365-1:2012/C1:2013 Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdelen – Muren

##### 4.1.2 Classificatiernormeringen

Voor de classificatie is de Europese norm EN 13501-2:2016 gehanteerd. Om aan te sluiten bij de Nederlandse regelgeving is tevens de Nederlandse norm NEN 6069:2011 "Beproevingen klassering van de brandwerendheid van bouwdelen en bouwproducten" gehanteerd. De Europese normering is strenger dan de Nederlandse norm NEN 6069:2011. Daarom kan met de toepassing van de Europese normering ook direct de classificatie conform de Nederlandse norm worden toegepast.

In overleg met de opdrachtgever is voor de Duitse classificatie gebruik gemaakt van de norm DIN EN 13501-2:2016-12 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen.



#### 4.1.3 Thermische belastingen

Voor de thermische belasting is de scheidingswand beoordeeld aan de hand van de volgende genormeerde thermische belastingen (brandcurves):

- de standaard brandcurve (binnenbrand)
- externe brandcurve (buitenbrand)
- koolwaterstof brandcurve (brand met gevaarlijke stoffen)

In afbeelding 4 is het verloop van de genormeerde thermische belastingen weergegeven. De beoordeling is met inachtneming van de genormeerde testconfiguratie (meetopstelling in de testoven) uitgevoerd. Deze testconfiguratie kent een beproeving van een onbelaste scheidingswand met een afmeting (b x h) van 3 m x 3 m.

Bij positieve beoordelingsresultaten (brandduur 240 minuten) met de standaard brandcurve (binnenbrand) mag worden gesteld dat deze eveneens voldoen bij de toepassing van de externe brandcurve (buitenbrand). Verder geldt bij een positief eindresultaat een directe en begrensde toepasbaarheid voor grote wandafmetingen.

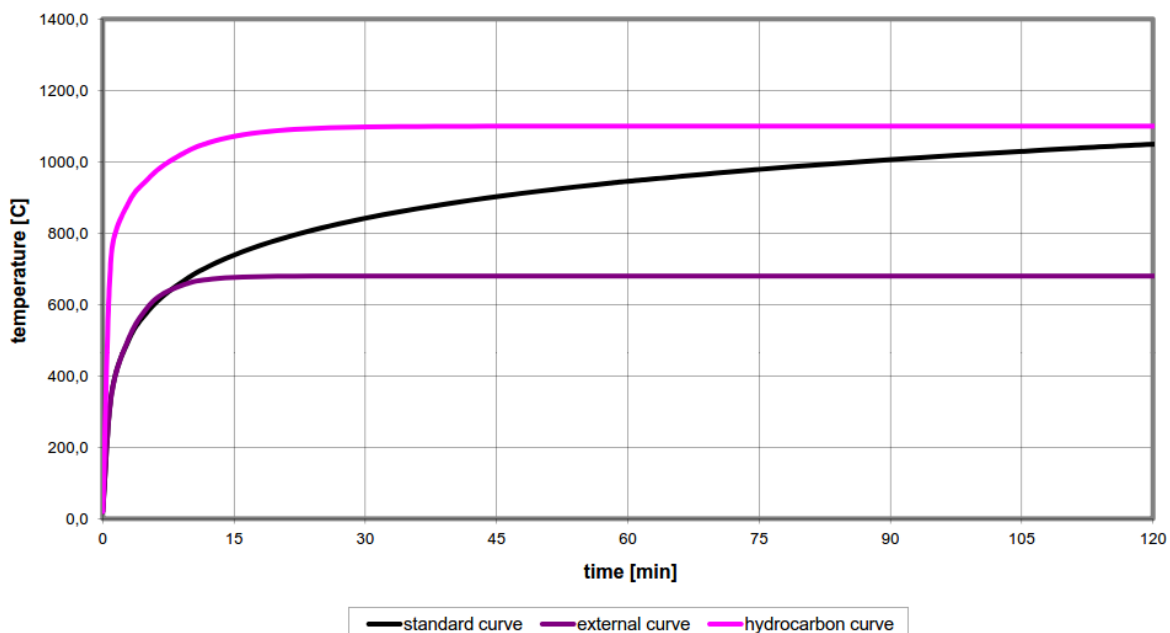
De externe brandcurve kent een temperatuurstijging van 0 tot 30 minuten in de oven en daarna blijft de oventemperatuur 680 °C tot 240 minuten.

De standaard brandcurve kent een bijna gelijke temperatuurverloop. Na 30 minuten blijft de temperatuur geleidelijk oplopen en waarna deze na 240 minuten 1152,8 °C bereikt.

De koolwaterstof brandkromme kent een zeer snelle temperatuurstijging van 0 tot 10 minuten met oventemperatuur van 1034 °C. Dit kenmerkt een situatie bij brand met gevaarlijke stoffen (koolwaterstofbrand) waardoor inwendige spanningen en kenmerkend materiaalgedrag in deze situatie beter worden beproefd. Na 10 minuten loopt de oventemperatuur op tot 1100 °C en blijft deze zo tot 240 minuten.

Afbeelding 3: genormeerde thermische belastingen (brandcurves)

**Nominal temperature-time curves**





## 4.2 Beoordelingscriteria

Bij de beoordeling voor classificatie gelden de volgende criteria:

- R: het bezwijkcriterium (sterkte/ dragende functie m.b.t. eigen gewicht)
- E: het criterium voor vlamdichtheid betrokken op de afdichting
- I: het criterium voor thermische isolatie betrokken op de temperatuur
- W: het criterium voor thermische isolatie betrokken op de warmtestraling

### 4.2.1 *Bezwijkcriterium (R)*

De criteria gelden in twee richtingen ( $i \Leftrightarrow o$ ), namelijk van binnen naar buiten en van buiten naar binnen. De werkende belasting is alleen in verticale richting in de vorm van drukkrachten als gevolg het eigen gewicht van de scheidingswand die haar benodigde sterkte en stabiliteit moet behouden.

De brandwerendheid met betrekking tot dit criterium wordt bepaald op het moment dat de constructie thermisch belast is en het moment dat de constructie niet in staat is de belastingen met het eigen gewicht (normaalkracht) verticaal over te brengen op de ondergrond. Het bezwijken mag bij beproeving ook worden verondersteld bij te veel of te snelle vervorming van de wand. De snelheid en vervormingsafstand (doorbuiging en axiale vervorming) zijn hiervoor bepalend.

### 4.2.2 *Vlamdichtheids criterium betrokken op de afdichting (E)*

Het falen op dit criterium ontstaat op het moment dat er onaanvaardbare openingen (bijvoorbeeld kieren, scheuren, open naden, gaten, etc.) ontstaan aan de niet verhitte zijde waardoor:

- a) vlammen voortdurend zichtbaar zijn gedurende 10 seconden en/of;
- b) op een afstand van 5 mm (niet verhitte zijde) van de openingen watten kunnen gloeien of ontvlammen en/of;
- c) de openingskalibers (twee stalen staven met een diameter van 6 mm) zonder kracht door de scheidingsconstructie kunnen komen en worden voortbewogen over een lengte van ten minste 150 mm. of een openingskaliber met een diameter van 25 mm in een opening dan komen.

### 4.2.3 *Thermische isolatiecriterium betrokken op de temperatuur (I) en op de warmtestraling (W)*

Het isolatiecriterium (I) wordt overschreden zodra de gemiddelde temperatuurstijging aan de niet verhitte zijde meer dan 140 °C bedraagt of de maximale temperatuurstijging 180 °C bedraagt.

Het warmtestralingscriterium (W) wordt overschreden zodra de maximale warmtestraling aan de niet verhitte zijde meer dan 15 kW/m<sup>2</sup> op een meter afstand bedraagt.

Het warmtestralingscriterium (W) wordt pas overschreden als de wand een oppervlaktetemperatuur heeft van ca. 450 °C. Dit betekent dat als aan het isolatiecriterium (I) wordt voldaan er eveneens aan het warmtestralingscriterium (W) wordt voldaan.





## 5. Onderzoek en beoordeling

De toepassing van Legioblocks is beoordeeld als wand met scheidende functie en verticale toepassing van het element in de open lucht. De brandwerendheid geldt in twee horizontale richtingen (inside => outside en outside => inside) en voor de drie genormeerde brandcurves. De beoordeling is uitgevoerd voor een brandduur van 240 minuten.

### 5.1 Bezwijkcriterium (R)

Bepalend voor het bezwijkcriterium zijn de opwarmsnelheid, de brandduur (240 minuten), het vochtgehalte, het materiaalgedrag van beton bij brand en de daarbij aanwezige verticale normaalkracht (druksterkte) op Legioblocks. De onderste rij Legioblocks in een wand ondervindt de grootste drukkracht. Deze bedraagt bij een wandhoogte van 3 m, 75 kN per element ( $[3,0-0,4] \times [0,8 \times 1,6 \times 2.300 \times 9,81]$ ). Hiervoor is veiligheidshalve uitgegaan van een hogere soortelijke massa ( $2.300 \text{ kg/m}^3$ ) in plaats van de in tabel 1 aangegeven waarde ( $2.000 \text{ kg/m}^3$ ).

#### 5.1.1 Beoordeling druksterkte

De optredende drukkracht van het eigen gewicht van de wand bedraagt per oplegoppervlak van een Legioblock  $0,06 \text{ N/mm}^2$  (bij een oplegoppervlak van  $1,28 \text{ m}^2$ ). Legioblocks heeft een karakteristieke kubusdruksterkte van  $25 \text{ N/mm}^2$  tot  $35 \text{ N/mm}^2$  bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  omgevingstemperatuur. De optredende drukkracht is in deze normale toestand nihil te noemen.

Echter bij inwendige temperatuursverhoging (na ca.  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ) reduceert de druksterkte van het beton. In Eurocode 2 zijn tabellen gegeven waarmee deze reductie kan worden berekend. De kubusdruksterkte is bij een inwendige temperatuur van  $1100 \text{ }^\circ\text{C}$  (hoogste oventemperatuur bij 240 minuten in geval van een koolwaterstofbrandkromme) nog maar 1 a 2 % van de oorspronkelijke druksterkte. Dus minstens  $0,25 \text{ N/mm}^2$ , hetgeen nog steeds voldoende is om de drukkracht op te nemen.

#### 5.1.2 Beoordeling bij spatgedrag en gereduceerde oplegging

Bij snelle verhitting van beton wordt het aanwezige vocht in korte tijd omgezet in stoom, waarvan het volume sterk én snel toeneemt. Dit leidt tot inwendige spanningen (poriëndruk) en tot scheuren en spatten. Bij een hoog vochtgehalte en hoge dichtheid heeft het spatten van het betonoppervlak een explosief karakter.

De plotselinge temperatuurstijging treedt alleen aan het betonoppervlak op. Reeds pp enkele cm's diepte is de temperatuurstijging traag en beperkt, als gevolg van warmtegeleiding naar de niet-verhitte zijde. Op basis van niet-stationaire warmtegeleidingsberekeningen wordt er in dit onderzoek van uitgegaan dat het spatten kan optreden tot 0,23 m afstand tot het wandoppervlak.

Het spatten heeft tot gevolg dat het oplegoppervlak plaatselijk wordt gereduceerd. Indien er veiligheidshalve van wordt uitgegaan dat 0,23 m bezweken is, resteert een oplegging van  $0,8 - 0,23 = 0,57 \text{ m}$  breedte. Met deze gereduceerde oplegoppervlakte bedraagt de optredende drukkracht van het eigen gewicht van de wand  $0,08 \text{ N/mm}^2$ . Dit is nog steeds een factor 3 beneden de karakteristieke kubusdruksterkte onder brandomstandigheden van  $0,25 \text{ N/mm}^2$  à  $0,35 \text{ N/mm}^2$ .





In het eerdere onderzoek van Peutz (d.d. 10 januari 2005) wordt op basis van de Nederlandse norm NEN 6071 gesteld dat het afspatten optreedt bij een drukspanning van 218 N/mm<sup>2</sup>. Deze waarde ondersteunt bovenstaande beschouwing. De Eurocode 2 (vereenvoudigde berekeningsmethode) gaat er van uit dat de betondoorsnede die een hogere temperatuur heeft dan 500 °C haar draagkracht verliest en dat beton onder 500 °C haar volledige draagkracht behoudt. Op basis daarvan stelt Eurocode 2 dat een betonnen balk voor een brandwerendheid van 240 minuten een gereduceerde breedte van 280 mm moet hebben. Ook hieraan voldoen de Legioblocks ruimschoots.

In de praktijk (praktijkbrand Recyclinghof Essen) is gebleken dat gedurende een lange brandduur (>240 minuten) ter plaatse van de vellingkanten afspatten heeft plaatsgevonden. De diepte van het afspatten varieert van gemiddeld 30 tot 50 mm. Dit is minder dan de theoretisch bepaalde diepte van 230 mm. Aan de niet verhitte zijde was geen schade zichtbaar.

De externe brandcurve is ondergeschikt aan de standaard en koolwaterstof brandcurves en leidt tot minder schade aangezien de temperatuur minder snel stijgt en minder verhit.

Afbeelding 4: spatschade



De thermische vervorming van de wand is beschreven in hoofdstuk 5.2 en heeft geen betekenis ten aanzien van het bezwijkcriterium.

Op basis van de hiervoor genoemde bevindingen wordt geconcludeerd dat aantasting ('spatten') van het (ongewapende) beton en verhitting met de drie genormeerde brandcurves niet leiden tot bezwijken van de wand met scheidende functie voor een brandduur van 240 minuten. De wand behoudt in het ergste geval ten minste 3 maal de vereiste sterkte en stabiliteit. Aan het bezwijkcriterium R240 wordt ruimschoots voldaan. Dit resultaat staat een verticale wandhoogte tot 8,8 m toe, uitgaande van de nominale horizontale belasting. De berekeningen zijn uitgevoerd zonder penanten. Uit oogpunt van constructieve veiligheid kunnen bij hoge wanden penanten nodig zijn, zoals hieronder afgebeeld.



## 5.2 Vlamdichtheids criterium betrokken op afdichting (E)

Maatgevend zijn de verticale spleten tussen de betonblokken. De kans op brandoverslag via een verticale spleet tot 30 mm is hieronder nader beschouwd. Hierbij is rekening gehouden met de warmtestraling, luchtbewegingen en luchtdrukverschillen als gevolg van brand.

Verder is uitgegaan van de meest ongunstige combinatie van factoren:

- Thermische vervorming
- Wanddikte gereduceerd tot 0,6 m, als gevolg van afspatten

### Thermische vervorming

Gedurende de thermische belastingen met de drie brandcurves bedraagt de karakteristieke uitzetting op tijdstip  $t=240$  minuten maximaal 1,3 mm per Legioblock. Deze vervorming wordt gelijkmatig verdeeld over de betonblokken en wordt door de toleranties bij stapeling opgevangen.

### Warmtestraling

De verticale spleet kan 'zicht' bieden op de brandhaard, vanuit het te beschermen compartiment. Een spleet van 30 mm geeft een viewfactor van ten hoogste 0.02. Uitgaande van een brandhaard met een stralingsintensiteit van  $100 \text{ kW/m}^2$ , bedraagt de stralingsintensiteit aan de 'ontvang'-zijde  $0.02 \times 100 = 2 \text{ kW/m}^2$ . Deze stralingsintensiteit is zo gering dat branddoorslag uitgesloten is.

### Luchtbewegingen

De bewegingen van lucht, hete rookgassen en vlammen door een open spleet wordt bepaald door het luchtdrukverschil tussen de beide zijden van de spleet. Zonder wind wordt dit drukverschil volledig bepaald door de brand: via de spleet wordt lucht (zuurstof) aangezogen in de richting van de brand. Hete rookgassen komen niet aan de andere zijde van de keerwand.

Al bij zwakke wind kan 'koude' rook doordringen tot aan de andere zijde van de keerwand. Hier is geen ontstekingsbron, zodat er geen brand kan optreden.

De situatie met brand+vlammen direct tegen de keerwand, met een spleet-opening direct boven de brandhaard bij harde wind loodrecht op de keerwand is nader beschouwd. De brandbare rookgassen kunnen alleen tot aan de andere zijde van de keerwand doordringen



wanneer de winddruk op de keerwand hoger is dan de thermische druk. De thermische druk hangt af van de hoogte van de brandhaard + vlammen (schoorsteeneffect). De omliggende bebouwing en het opslagmateriaal verlagen de winddruk op de keerwand (ten opzichte van de winddruk in het open veld met winddrukcoëfficiënt 0.8). Per saldo kan alleen onder extreme theoretische omstandigheden (storm exact loodrecht op de keerwand, smalle stapel materiaal direct tegen de keerwand) hete rook aan de andere zijde van de keerwand komen. Vlammen dringen via de spleet niet door tot aan de andere zijde van de keerwand.

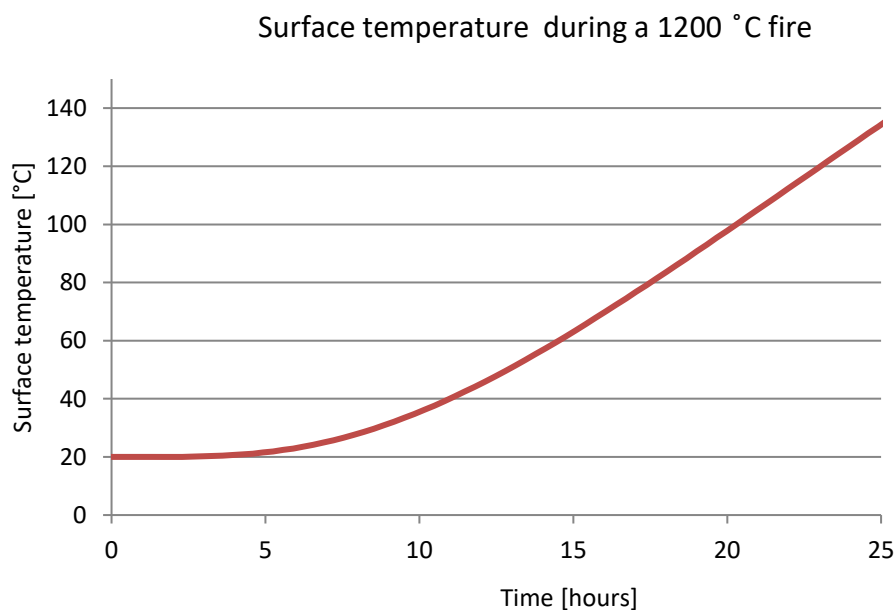
### 5.3 Thermische isolatiecriterium betrokken op temperatuur (I) en isolatie (W)

De koolwaterstof brandcurve is voor het temperatuurcriterium maatgevend. Op basis van de norm DIN EN 13501-2:2008 betreffende de brandwerendheid van beton zijn berekeningen uitgevoerd aan de temperatuurverdeling in het beton. De keerwand is geschematiseerd tot een massieve betonwand, met aan de brandzijde een temperatuur van 1200 °C. Met behulp van de eindige-elementen-methode zijn temperatuurberekeningen uitgevoerd. Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- warmtegeleidingscoëfficiënt van het beton: 2,0 W/mK
- soortelijke warmte: 840 J/kgK
- overgangsweerstand aan de brandzijde: 0 m<sup>2</sup>K/W
- overgangsweerstand aan de te beschermen zijde: 0,20 m<sup>2</sup>K/W

Het berekende gemiddelde temperatuurverloop is weergegeven in afbeelding 6. Te zien is dat de berekende oppervlaktetemperatuur aan de niet-verhitte zijde na 4 uur minder dan 25°C bedraagt. Aan de niet-verhitte zijde van de wand is de warmtestraling minder dan 0,2 kW/m<sup>2</sup>. Aan het temperatuurcriterium I (140°C gemiddeld of 180°C maximaal) en het stralingscriterium W (15 W/m<sup>2</sup>) wordt voldaan gedurende 240 minuten.

Afbeelding 5: gemiddelde oppervlaktetemperatuur aan de niet-verhitte zijde





## 6. Toepassingsgebied

Brandwerendheid van bouwconstructies wordt doorgaans bepaald op basis van brandproeven, bijvoorbeeld conform de norm DIN EN 13501-2:2008. De onderhavige opslagsituaties zijn wezenlijk gunstiger dan de normsituatie:

- Het tijdsverloop van de plaatselijke thermische belasting van de keerwand is minder ongunstig dan de 'standaard' brandcurve uit deze normen.
- Bij de brandproef staat de brandruimte op overdruk; in de open lucht staat de brandruimte op onderdruk als gevolg van de thermisch gedreven luchtbewegingen.
- Bij de brandproef worden katoenen watten gebruikt om de brandwerendheid (vlamdichtheid) te beoordelen. Deze watten ontbranden korte tijd na blootstelling aan hitte. De opslagmaterialen hout, rubber, kunstmest en dergelijke ontbranden minder gemakkelijk, als gevolg van de hogere warmtecapaciteit, soortelijke massa en chemische samenstelling.
- Het gunstige gedrag bij brand is bevestigd aan de hand van branden die zich de afgelopen jaren hebben voorgedaan.

Bij brandend rubber is in de literatuur sprake van het vrijkomen van olie. Indien dit al het geval zou zijn, gaat het om kleine hoeveelheden. Olie en bluswater kunnen doorsijpelen naar de andere zijde van de keerwand. De olie is afgekoeld en er is geen ontstekingsbron, zodat er geen branddoorslag kan optreden.

De conclusies betreffende de brandwerendheid van de Legioblocks wand met scheidende functie gelden voor de in hoofdstuk 2 beschreven uitvoering en aansluitingen. Bij opstapelning moeten de blokken minimaal 1 noppenrij worden verband en in verband worden gestapeld. De conclusies zijn van toepassing voor wanden tot 8,8 meter hoogte.

De vuurlast mag tot maximaal 1,6 meter onder de bovenrand van de wand aanwezig zijn, om brandoverslag tussen compartimenten te voorkomen. Indien sprake is van materialen met vliegvuur of broei dan moeten hiervoor aanvullend voorzieningen worden getroffen.

## 7. Conclusie en classificatie

Op basis van het onderzoek wordt geconcludeerd dat Legioblock wanden met scheidende functie een brandwerendheid van 240 minuten bezitten in de beide horizontale richtingen, conform de normen NEN 6069:2011 en EN 13501-2:2016 en DIN EN 13501-2:2016-12. Dit geldt binnen het toepassingsgebied en de beperkende voorwaarden die in deze rapportage beschreven zijn.

REI 240 (i↔o)

Ir. C.A.E. (Kees) Rijk



# Legioblock keerwanden met overkapping

## Beschouwing brandwerendheid



Legioblock wanden worden niet alleen in de open lucht toegepast, maar ook met een overkapping. De luchtbewegingen en het drukverschil over de wand kunnen wezenlijk verschillen met de open lucht situatie. Daarom kan het nodig zijn om de verticale spleten tussen de betonblokken af te dichten:

- Situatie 1: tussen de keerwand en de overkapping bevindt zich een opening van tenminste 1 m hoogte (rondom de gehele opslag). In deze opening mag polycarbonaat beplating worden geplaatst (smelttraject 150 – 170 °C). Doordat de hete rookgassen kunnen ontsnappen, zijn hier geen afdichtingsvoorzieningen nodig.
- Situatie 2: één zijde is geheel open (ten minste 20% van de omtrek van de opslag) tot aan het niveau van het hoogste punt van de overkapping. De verticale Legioblock-spleten – voor zover breder dan 5 mm- die zich hoger dan 2/3 van de gemiddelde ruimte-hoogte bevinden, worden afgedicht.
- Situatie 3 (overige situaties): de verticale spleten –voor zover breder dan 5 mm- die zich hoger dan 1 meter boven het vloerniveau bevinden, worden afgedicht.

De spleten kunnen worden afgedicht met steenwol. Ook mortel of andere brandwerende afdichtingsmaterialen komen in aanmerking. Indien de afdichting niet met steenwol wordt uitgevoerd, en zich aan beide zijden van de wand brandwerend materiaal bevindt, moet de afdichting aan beide zijden van de wand worden aangebracht.

Voor het overige (dus behoudens de spleten) is de brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie identiek aan die in de open lucht, zodat ook hier de classificering REI 240 kan worden toegekend.

### Constructieve aspecten

Doorgaans is de overkapping een staalconstructie met een stalen dak. Daarbij rusten relatief lichte puntlasten op een Legioblock, die vervolgens de krachten gelijkmatig verdeelt over de wand. De specifieke mechanische krachten en de invloed op de brandwerendheid (bezwijken) zijn niet in dit onderzoek meegenomen. Indien een dergelijke constructie wordt toegepast, dan moeten specifieke constructieve berekeningen uitgevoerd worden. Ook moet de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken afzonderlijk worden beschouwd.