

TC3 Brandveiligheid van staalconstructies

- ✓ Kennis vergaren en verspreiden over brandveiligheid van staal
- ✓ Creëren van een breed vertegenwoordigd platform
- ✓ Technische ontwikkelingen signaleren
- ✓ Kritisch volgen en bijsturen van regelgeving
- ✓ Begeleiden en initiëren van onderzoeksprojecten

Diverse publicaties:



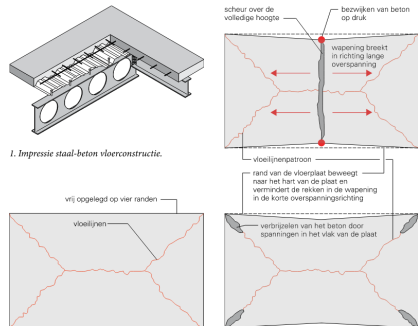
BRANDVEILIGHEID (5): STAAL-BETON

Benutten membraanwerking

Bij staal-beton vloersystemen blijkt het gedrag bij brand aanzienlijk gunstiger dan menigen denkt. Dit komt door membraaneffecten, waardoor de krachtwerking verandert. Hiernaar wordt al lang onderzoek gedaan, maar dit heeft nu geleid tot praktisch ontwerpgereedschap, waarmee inmiddels projectmatig ervaring is opgedaan. Besparingen op brandwerende bescherming van secundaire stalen liggers zijn mogelijk van 30-50%. De rekenmethode wordt opgenomen in de aanstaande versie van Eurocode 4 Staal-beton.

dr. A.F. Hamerlinck en ing. R.J. Stark
Ralph Hamerlinck is senior adviseur bij Bouwen met Staal en directeur van Adviesbureau Hamerlinck in Roosendaal. Rob Stark is directeur bij IMI Raadgevende Ingenieurs in Rotterdam.

Begin jaren '90 werd uit praktijkbranden duidelijk dat staalconstructies met staalplaat betonsystemen een veel hogere weerstand tegen brand hebben dan gedacht. Constructies van meerlagse kantoorgebouwen die volgens de theorie en beschikbare kennis al lang bezweken hadden moesten zijn door de optredende hoge temperaturen, doordat de gehele brand en economische ontwerpen te realiseren. Het overzichtsartikel in deze editie geeft een goed beeld van wat in het kader van MACS daarvoor is onderzocht, wat de ontwerpmethoden inhoudt en wat de relevante referenties zijn. In dit artikel een samenvatting van de achtergronden en de ontwerpmethoden vooral gericht op praktijktoepassingen.



1. Impressie staal-beton vloerconstructie.
2. Vloerliggerpatroon om weerstand van de vloer bij membraanwerking te berekenen.
3. Bezijsvormen bij membraanwerking: a) bezijken van waaiering op trek; b) bezijken van beton op druk.

verantwoorde manier in projecten toe te passen en economische ontwerpen te realiseren. Door grote verminderingen tijdens brand verandert het gedrag geleidelijk van buiging naar trekkrachten. De trekkrachten worden opgenomen door het waapeningsnet in het beton (en deels door de staalplaten) en boven, in de sterk verarmde vloer, ontstaat een drukring met grote drukkrachten. Dit leidt af van de eis aan de staalconstructie (betrekking tot bezijken), de temperatuur en aan de opbouw opbouw. In overleg met de leverancier moet dan ook op basis van de specifieke situatie en keuze onderbouw in de vorm van een onafhankelijk test- of beoordelingsrapport worden.

andere krachtwerking bij brand dan waarop doorgaans wordt gerekend: membraanwerking. Door grote verminderingen tijdens brand verandert het gedrag geleidelijk van buiging naar trekkrachten. De trekkrachten worden opgenomen door het waapeningsnet in het beton (en deels door de staalplaten) en boven, in de sterk verarmde vloer, ontstaat een drukring met grote drukkrachten. Dit leidt af van de eis aan de staalconstructie (betrekking tot bezijken), de temperatuur en aan de opbouw opbouw. In overleg met de leverancier moet dan ook op basis van de specifieke situatie en keuze onderbouw in de vorm van een onafhankelijk test- of beoordelingsrapport worden.

Membraanwerking van sb-vloersystemen

De brandwerendheid van gebouwen met een staalsteel en staalplaat-betonvloeren (afb. 1) is hoger dan verwacht: standaardbrandproeven op elementen los van hun constructieve omgeving, geven geen bevredigende indicatie



BRANDVEILIGHEID (2): BRANDWERENDE BESCHERMING METAL STUD

Stalen kolommen profiteren van metal stud-wanden

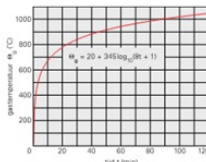
en staalconstructie is opgenomen in een MS-wand (metal stud) dan leze wat de opwarming bij brand betreft van de brandwerende eigen-zo'n wand. Maar in welke mate en onder wat voor voorwaarden brandwerendheid van een staalconstructie, afhankelijk van de opbouw van de MS-wand? Wanneer kan zonder extra bescherming van de brandwerendheids-eisen worden voldaan? En wanneer is wel extra nodig en hoe moet er dan met de brandwerende bescherming vorgegaan? Overzicht van de achtergronden, praktische tools en toepassingen.

dr. A.F. Hamerlinck, dr. N.J. van Oerle, ing. B. Oostdam RC en dr. G. van der Waart van Gullik
Development & Application Engineer bij Etex Building Performance in Farmsum. Jur van Oerle is senior adviseur bij IMI Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam en voorzitter van Technische Commissie 3-Brandveiligheid van Staalconstructies van Bouwen met Staal. Ralph Hamerlinck is bij Bouwen met Staal en directeur van Adviesbureau Hamerlinck in Roosendaal. Ton van der Waart van Gullik is Associate Director bij Anup in Amsterdam.

de gestapelde woningbouw en (zoals theaters en bioscopen) MS-wanden toegepast met (vanstort) hoge akoestische eisen. Daardoor ook hoge brandvervalsingen, soms (aanzienlijk) hoger op basis van de brand-brandcompartimenten vereist is. Het is soms wel driemaal gipskartonplaten voldoet ruimschoots aan de geldende 60 minuten behoeftes (om te voldoen aan de vereisten tegen branddoorslag rslag) tussen brandcompartimenten ook wanneer er geen overde brandwerendheid van de mogelijk de brandwerendheids-structuur in de wand geheel kan van de wand te onttellen. Dit leidt af van de eis aan de staalconstructie (betrekking tot bezijken), de temperatuur en aan de opbouw opbouw. In overleg met de leverancier moet dan ook op basis van de specifieke situatie en keuze onderbouw in de vorm van een onafhankelijk test- of beoordelingsrapport worden.

Testresultaten MS-wanden

Op basis van onderzoek is inzicht ontstaan in de optredende spouwen in MS-wanden als functie van de opbouw. Uiteraard is een en ander afhankelijk van plaat-typen (leverancier), opbouw, studs, isolatie en bevestigingswijze en gelden conclusies ook alleen voor een specifieke, als zodanig geteste opbouw. In overleg met de leverancier moet dan ook op basis van de specifieke situatie en keuze onderbouw in de vorm van een onafhankelijk test- of beoordelingsrapport worden.



1. Standaardbrandcurve volgens NEN-EN 1991-1-2 en NEN 6069.

In afbeeldingen 3-6 zijn gestyleerde, gemiddelde opwarmingscurven van de studs gegeven in diverse opbouw en een indruk te geven van de mogelijkheden. De ruwe data hiervan zijn in het bezit van Bouwen met Staal en het betreft onderzoek dat door de fabrikant in eigen beheer is uitgevoerd. De temperaturen vormen een veilige bovengrens voor de opwarming van een stalen kolom of ligger (met immers een grotere massa, dus tragere opwarming). Uit de afbeeldingen kan het volgende worden geconcludeerd in algemene zin:

- De staalconstructie in een 125 mm dikke MS-wand met aan beide zijden 2x12,5 mm gipskartonbeplating (zonder of met isolatie) is 30 minuten brandwerend beschermd zonder aanvullende bekleding (waarbij de wand zelf 60 minuten brandwerend is op de scheidende functie). De gemiddelde opwarming van de stalen studs (of in geval van isolatie aan de binnenzijde) van de beplating aan de verhitte zijde bedraagt na 30 minuten (afb. 3 en 4) $\leq 100^\circ\text{C}$.
- De staalconstructie in een 150/100 mm dikke MS-wand met aan weerszijden twee gipsplaten (1x12,5 mm gipskartonbeplating + 1x12,5 mm glasvezelversterkte gipsbeplating) (zonder of met isolatie) is 60 minuten brandwerend beschermd zonder aanvullende bekleding.



BRANDVEILIGHEID (1): NIEUWE EUROCODE

Tweede generatie Eurocodes Brand

urocodes 'brand' hebben de constructeurspraktijk en specialisten instrumenten in handen om het buitengewone belastinggeval de brandwerendheid van stalen- en staalbetonnen constructies te en de veiligheid te waarborgen. De huidige generatie Eurocodes zijn of grootschalige praktijkonderzoeken en de daarmee verworven en twee decennia geleden. De sindsdien opgedane praktijkervaring en kennis en inzichten worden op dit moment in het huidige ontwikkelproef de tweede generatie Eurocodes opgenomen. Hiermee ontstaan nieuwe mogelijkheden.

dr. A.F. Hamerlinck, ing. R.J. Stark en dr. P. Steenhakkers
In is constructor bij IMI Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam en voorzitter van Technische Commissie 3-Brandveiligheid van Staalconstructies van Bouwen met Staal. Ralph Hamerlinck is senior adviseur bij Bouwen met Staal en Adviesbureau Hamerlinck in Roosendaal. Rob Stark is directeur bij IMI Raadgevende Ingenieurs. Steenhakkers is Associate Director bij Anup in Amsterdam.

stelt het Bouwbesluit als functie van de sterkte van bouwconstructie dat een bouwwerk bij brand redelijke tijd kan worden verlaten bit, zonder gevaar voor instorting. sultuist stelt daarbij prestatie-eisen brandwerendheid van constructies, en de bepaling hiervan de Eurocodes Via NEN-EN 1990 en NEN-EN 1991-1-2 (de belastingen bij brand in de me belastingcombinatie brand te berekening van de brandwerend-geheid volgens NEN-EN 1993-1-2 EN-EN 1994-1-2 (staal-beton). liden worden momenteel in erband gereviseerd door CEN. wijzigingen nog niet officieel ge-en van kracht zijn in Nederland, is ang om nu reeds kennis te nemen eus ontwikkelingen en trends normcommissies. bestaat er de mogelijkheid via de Commissie 3 van Bouwen met (nizien van de achtergrondinfor-keuze wijzigingen en waar mogelijk (geven van terugkoppeling. leuwe onderwerpen of experi-

se betreft, kan hiervan in de praktijk reeds gebruik worden gemaakt van de nieuwe ontwikkelingen, bijvoorbeeld als aanvullende informatie bij toepassingen in het kader van gelijkwaardigheid (artikel 1.3 van het Bouwbesluit). Hiervoor kan dan gebruik gemaakt worden van de (final) drafts van CEN, van de bijbehorende achtergrondinformatie of via artikelen in het vakblad *Bouwen met Staal* waar de nieuwe rekenregels uittegenzeten worden. Op basis van de aankomende wijzigingen in de Eurocodes is het belangrijk dat ook onze Nationale Bijlagen daarop worden aangepast.

Eurocodes brand – het proces

Op dit moment wordt gewerkt aan de nieuwe generatie Eurocodes die naar verwachting vanaf 2024 gefixteerd worden ingevoerd. In dit artikel richten we ons specifiek op de Eurocodes voor brand. De voor staal onder brandcondities relevante Eurocodes bevinden zich in verschillende fasen: NEN-EN 1991-1-2 (belastingen bij brand) in fase 1, NEN-EN 1993-1-2 (staal bij brand) in fase 2 en NEN-EN 1994-1-2 (staal-beton bij brand) in fase 3. Dit betekent

dat de inhoud van NEN-EN 1991-1-2 vrijwel definitief is. De *CEN enquiry fase* (formele goedkeuring) vindt momenteel plaats, waarbij de finale technische goedkeuring reeds heeft plaatsgevonden in CEN TC 250 SC 1. Voor NEN-EN 1993-1-2 vindt de finale technische goedkeuring in oktober 2020 plaats in CEN TC 250 SC 3, waarbij er al een 'final document' (april 2020) beschikbaar is. Voor NEN-EN 1994-1-2 (dat ongeveer 1 jaar achter loopt op NEN-EN 1993-1-2) is een draft aan CEN opgeleverd door het projectteam. Hierdoor is er al zicht op wat er in de nieuwe norm opgenomen gaat worden. Uiteindelijk komen vanaf 2022 de definitieve, waarna elke land de vertalingen en Nationale Bijlagen kan gaan opstellen.

Eurocode belastingen

Bouwbesluit, afdeling 2.2 (sterkte bij brand) beschrijft in artikel 2.10 de eisen aan de brandwerendheid van de constructie. De officiële omschrijving is 'brandwerendheid met betrekking tot bezijken' of 'de tijdsduur waarbinnen een constructie niet mag bezijken'. Het Bouwbesluit verwijst hiervoor overigens in artikel 2.4 (Bepalingsmethode) naar NEN-EN 1991-1-2, artikel 1.5.1.4, waarin de 'brandwerendheid' is gedefinieerd als het 'vermogen van een constructie, een gedeelte of een element daarvan om de vereiste functies te kunnen vervullen (dragende en/of scheidende functie) bij een bepaald belastingniveau, een bepaalde blootstelling aan brand en gedurende een bepaalde tijdsduur'. Hiermee wordt de mogelijkheid geboden ook andere brandkrommen dan de standaardbrandkromme (afb. 1) te hanteren. Dat is al zo in de huidige versie, waar de optie om 'natuurlijke' (of fysische) brandkrommen te gebruiken (afb. 2) vanuit de Nationale Bijlage 2019 normatief is aangehouden (staal

BRANDWERENDHEID

Opschuimende coating, van ideaal naar praktijk

schuimende coatings lijken de ideale bescherming van staalconstructies tegen brand. Maar is dat wel zo? Er vindt veel (product)ontwikkeling plaats, waarvan ontwerpers en constructeurs niet altijd op de hoogte zijn. Het product vraagt een enigszins andere aanpak. Dit artikel licht de belangrijkste aspecten voor ontwerp en toepassing in de praktijk. Het ontwerp en specificatie en applicatie, inspectie en onderhoud anderszins zijn cruciaal.

dr. A.F. Hamerlinck, ing. R.J. Stark en dr. C. de Wolf
Hamerlinck is senior adviseur bij Bouwen met Staal, meer en directeur van Adviesbureau Hamerlinck in Roosendaal. Rob Stark is directeur bij IMI Raadgevende Ingenieurs in Rotterdam en voorzitter van de Technische Commissie 3-Brandveiligheid van Staalconstructies van Bouwen met Staal. Christian de Wolf is projectarchitect Adviesbureau Capozzi in Delft.

werking van opschuimende coating (afdekende verf) berust op een chemische verandering bij hoge temperatuur. Door de dunne verlaag opschuimt tot dikke isolerende laag. Onder de laag komt de vermenigvuldiging van de opschuimlaag. Het Bouwbesluit verwijst hiervoor overigens in artikel 2.4 (Bepalingsmethode) naar NEN-EN 1991-1-2, artikel 1.5.1.4, waarin de 'brandwerendheid' is gedefinieerd als het 'vermogen van een constructie, een gedeelte of een element daarvan om de vereiste functies te kunnen vervullen (dragende en/of scheidende functie) bij een bepaald belastingniveau, een bepaalde blootstelling aan brand en gedurende een bepaalde tijdsduur'. Hiermee wordt de mogelijkheid geboden ook andere brandkrommen dan de standaardbrandkromme (afb. 1) te hanteren. Dat is al zo in de huidige versie, waar de optie om 'natuurlijke' (of fysische) brandkrommen te gebruiken (afb. 2) vanuit de Nationale Bijlage 2019 normatief is aangehouden (staal

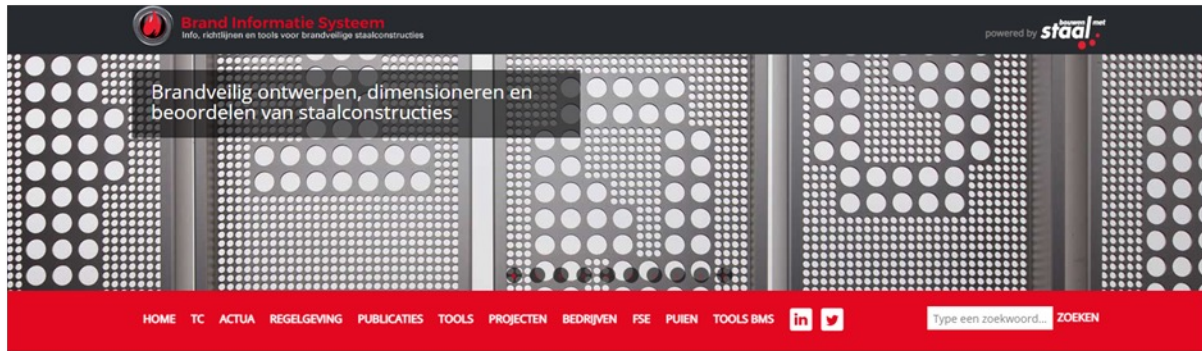
Brandwerende verf is zowel in de fabriek als op locatie strak aan te brengen. Er worden verschillende typen onderscheiden: oplosmiddelhoudend of oplosmiddelvrij/watergedragen (ééncomponent) of oplosmiddelvrij (tweecomponent). Toepassing is mogelijk in diverse klimaatcondities: binnen (droog), binnen (vochtig), binnen (semi-buiten) en buiten (in ETAG 018-2 aangeduid met klimaatcondities Z2, Z1, Y en X).

Regelgeving

Bouwbesluit 2012 schrijft voor de brandwerendheid van staalconstructies NEN-EN 1993-1-2 voor. Hierin wordt in de Nationale Bijlage voor opschuimende coating op staalconstructies verwezen naar NEN-EN 13381-8, die een eenduidige Eurocode test- en beoordelingsmethode bevat. Aan de basis van de toepassing staan proeven, gedetailleerd omschreven naar belaste en onbelaste liggers en kolommen, en naar toepassingsgebied (I/H, kokers, buizen). Voor buis- en kokerprofielen geldt een aparte testserie. Dit was tot 2012 niet vereist in Nederland. De impact hiervan is bij veel ontwerpers nog onbekend, maar is groot. Bij gelijke brandwerendheid en profielactor (staalklasse) zijn (soms fors) grotere verlaagdiktes vereist dan bij I/H-profielen. Dit heeft te maken met de profielvorm en scheurvorming (op de hoeken) in de opgeschuimde coating. Deze scheurvorming heeft invloed op de opwarming van het staal. Met opschuimende coating is het mogelijk staalconstructies uit I/H-profielen tot 90 en ook op basis van de specifieke situatie en keuze onderbouw in de vorm van een onafhankelijk test- of beoordelingsrapport worden.

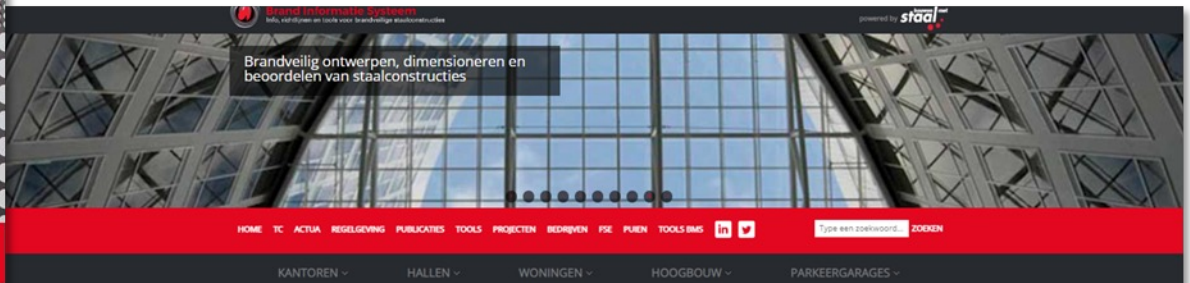
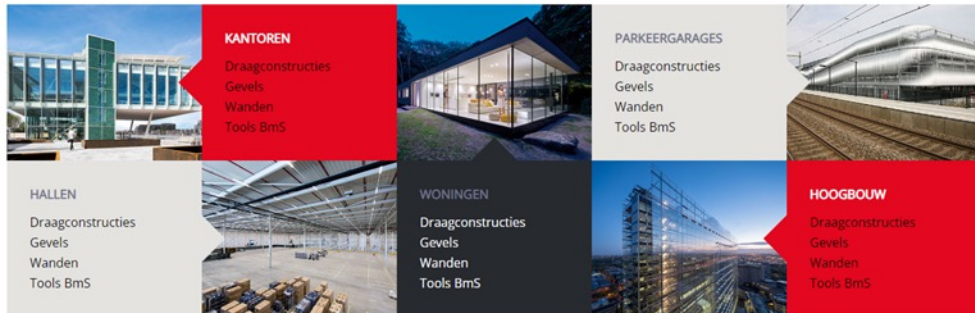
rapporten op basis van NEN 6072 en Ontw. NEN 7873 zijn vervallen en mogen niet meer worden gebruikt. CE-markering is nog niet verplicht, al wordt hier in het kader van een CE-mandaat wel aan gewerkt. Leveranciers kunnen wel kiezen voor vrijwillige CE-markering op basis van ETAG 018. Alle grote internationale leveranciers hebben hiervoor gekozen. In de beoordelingsrapporten op basis van NEN-EN 13381-8 en in de ETAG 018-rapporten, die de basis vormen voor de CE-markering (en waar in de bij CE-met verplichte prestatieverklaring naar verwezen wordt), zitten uitgebreide laagdiktetabelen waarmee de benodigde laagdikte kan worden bepaald als functie van de brandwerendheids-eisen, de kritieke staaltemperatuur en de profielactor. In de meeste gemeenten is het gebruik van opschuimende coating geaccepteerd, vaak onder voorwaarde dat hierbij de Kwaliteitsrichtlijn Applicatie brandwende coating wordt gehanteerd. Deze richtlijn wordt naar verhouding geïmplementeerd in een Europese 'Best Practice Guide' van CEPE (Europese branche-organisatie van coatingleveranciers), EAFCP (European Association of Industrial Painting Contractors) en EAFFP (European Association for Passive Fire Protection). KOMO-attesten/productcertificaten moeten per 1 januari 2015 zijn aangepast aan NEN-EN 13381-8 en/of ETAG 018. Wat de applicatie betreft is er een initiatief om te komen tot procescertificering. Hiermee zal het mogelijk worden om de eindkwaliteit van een met opschuimende coating beschermde staalconstructie (in de hele keten) aan te tonen en te bewijzen. Dit zal in het licht van de private kwaliteitsborging in de toekomst zeker aan belang winnen.

Brandveiligmetstaal.nl



Welkom in het BrandInformatieSysteem:

Uw digitale steun bij het ontwerpen, dimensioneren en beoordelen van staalconstructies op brandveiligheid. In dit informatiesysteem heeft Bouwen met Staal – met medewerking van diverse deskundige organisaties op het gebied van bouwen en brandveiligheid – de relevante en actuele informatie over de brandveiligheid van staalconstructies voor u verzameld en direct toepasbaar gemaakt voor de projectpraktijk.



TOOLS > TOOLS

TOOLS

- ACB, AFCE, AFCC
- Bepaling brandwerendheid gevelkolommen
- Bepaling kritieke staaltemperatuur bij normaalkracht en (dubbele) buiging (eenvoudige versie)
- Bepaling kritieke staaltemperatuur bij normaalkracht en (dubbele) buiging (uitgebreide versie)
- DGMR Brandoverstag
- Brandveilige hallenbouw - nieuwbouw
- BRAWESTAMAT
- Canalurevulling staalbetonvloeren
- Checklist kwaliteitsborging brandwerende coating
- Diffusie-CaFall (Car Park Fire)
- DFISDK-EN 1991-1-2 Annex A
- DFISDK-TERINAF
- Elev-EN
- Fract
- Gigger 1.10
- Kostenmodel staalskeletbouw
- Kritieke temperatuur stalen kolommen
- Kritieke temperatuur stalen liggers
- Laagdikte brandwerende verf H- en I-kolommen
- Laagdikte stooftaste bepaling H- en I-kolommen

Tools

Op deze pagina treft u een overzicht van digitale tools, onder meer voor de brandveiligheidsbeoordeling van staalconstructiedelen. De tools zijn op het internet gratis te downloaden of te bestellen.

Toolprogramma	Omschrijving/toepassing
ACB+	Gratis rekenool (versie 2.02) van Arcelor Mittal voor het berekenen van de brandwerendheid van stalen raak- en ceilenliggers.
AFCE	Versie 3.08 van het rekenool van Arcelor Mittal voor het bepalen van de brandwerendheid van samengestelde stalen liggers, volgens ENV 1994-1-2 (Eurocode 4)
AFCC	Versie 3.06 van het ArcelorMittal-programma voor het berekenen van de brandwerendheid van samengestelde stalen kolommen, volgens ENV 1994-1-2 (Eurocode 4)
Bepaling brandwerendheid gevelkolommen	Met dit XLSX-sheet berekent u de brandwerendheid van (stalen) kolommen in de gevelzone. De berekening gaat volgens NEN-EN 1991-1-2 en NEN-EN 1993-1-2.
Bepaling kritieke staaltemperatuur bij normaalkracht en (dubbele) buiging (eenvoudig)	Excel-tool van Bouwen met Staal voor het (iteratief) berekenen van de kritieke staaltemperatuur bij druk en buiging, volgens NEN-EN 1993-1-2 = Nationale Bijlage. Eenvoudige versie.
Bepaling kritieke staaltemperatuur bij normaalkracht en (dubbele) buiging (uitgebreid)	Uitgebreide versie van de tool Bepaling kritieke staaltemperatuur bij normaalkracht en (dubbele) buiging (eenvoudig). Deze uitgebreide versie biedt de mogelijkheid tot invoer van meer, specifieke gegevens over buiging om sterke- en zwakke as, waaronder eindmomenten, momentenlijn en veldmoment.
Brand; nu DGMR Brandoverstag.	Computerprogramma voor het berekenen van de weerstand van scheidingsconstructies (gevels en wanden) tegen brandoverstag, volgens NEN 6068:2016+C1:2016.
Brandveilige hallenbouw - nieuwbouw	Webtool (november 2016) van Bouwen met Staal voor het bepalen van de brandwerendheidsdelen van de hoofdconstructie, gevels, eventuele brandwanden en voor het instandhouden van vluchttrouwen van nieuw te bouwen hallen. De berekeningen gaan op basis van het Bouwbesluit 2012 en NEN 6060.
BRAWESTAMAT	Excel-tool van Bouwen met Staal voor het berekenen van de benodigde laagdikte van brandwerende coating, verf of -sputmortel op stalen kolommen en liggers.

Seminar FSE

