

# Certificatie mechanische sterkte holle vloerelementen

**De certificatie van de mechanische sterkte was lange tijd een vast onderdeel van de vrijwillige BENOR-certificatie van holle vloerelementen. Na een noodzakelijke opschorting vanwege de invoering van de Europese en Belgische productnorm voor holle vloerelementen zal dit certificatieluik weldra onder een nieuwe vorm opnieuw ingevoerd worden. De certificatie van de mechanische sterkte heeft als doel vertrouwen te scheppen in de methode van de fabrikant voor de bepaling van de mechanische sterkte. De mechanische sterkte wordt verantwoord door berekening, ondersteund door beproeving. Tijd om kort uit te leggen wat deze certificatie in haar nieuwe vorm concreet inhoudt.**

## INTRINSIEKE DRAAGVERMOGEN

De certificatie van de mechanische sterkte heeft betrekking op het intrinsieke draagvermogen van de vloerelementen. Dit wordt uitgedrukt als een belastingcombinatie van gelijkmatig

verdeelde belastingen bij een bepaalde overspanning en een isostatische oplegging, al dan niet onder invloed van brand, zonder rekening te houden met bijzondere voorzieningen, zoals openingen en uitstekende wapening.

Het intrinsieke draagvermogen heeft enkel betrekking op het gedrag van een individueel element in het vloerveld. Het heeft geen betrekking op de bepaling van de krachtswerking in het vloerveld, noch op de begroting van de belasting op het individuele element.

Het intrinsieke draagvermogen wordt berekend op basis van een reeks criteria in uiterste grenstoestand (UGT) en gebruiks-grenstoestand (GGT) zoals bepaald in de geldende berekenings- en product-normen<sup>[1] [2]</sup>, waaronder de moment- en dwarskrachtcapaciteit en de toelaatbare scheurvorming en doorbuiging.

# Certification de la résistance mécanique des dalles alvéolées

**La certification de la résistance mécanique est depuis longtemps une composante incontournable de la certification BENOR volontaire des dalles alvéolées. Après une suspension rendue nécessaire par l'introduction de la norme de produit européenne et belge pour les dalles alvéolées, ce volet de la certification sera bientôt réintroduit sous une nouvelle forme. La certification de la résistance mécanique vise à susciter la confiance envers la méthode de détermination de la résistance mécanique utilisée par le fabricant. La résistance mécanique est justifiée par des calculs, lesquels sont étayés par des essais. Il apparaît donc opportun d'expliquer brièvement ce que signifie concrètement cette certification sous sa nouvelle forme.**

## CAPACITÉ PORTANTE INTRINSÈQUE

La certification de la résistance mécanique se réfère à la capacité portante intrinsèque des dalles alvéolées. Celle-ci est exprimée en une combinaison de charges uniformément réparties dans une portée donnée et pour un

appui isostatique, sous l'influence d'un incendie ou non, sans tenir compte de dispositifs spécifiques, telles que les ouvertures et les armatures dépassantes.

La capacité portante intrinsèque se réfère uniquement au comportement

d'un élément individuel dans la surface du plancher. Elle ne porte pas sur la détermination des sollicitations dans la surface du plancher ni sur l'estimation de la charge sur un élément individuel.

La capacité de charge intrinsèque est calculée sur la base d'une série de critères à l'état-limite ultime (ELU) et à l'état limite de service (ELS), comme spécifié dans les normes de calcul et de produit applicables<sup>[1][2]</sup>, en ce compris le moment résistant ultime et la résistance à l'effort tranchant ainsi que la fissuration et la déflexion admissibles.

## CALCULS

La première étape de la procédure de certification consiste à vérifier le

## BEREKENINGEN

De eerste stap in de certificatie-procedure is het nazicht van de berekening van het intrinsieke draagvermogen van een opgegeven denkbeeldig profiel met opgegeven materiaal-karakteristieken en randvoorwaarden, waaronder de brandweerstand, de omgevingsklasse, de maximale doorbuiging, de overspanning en de

belastingcombinatie. Deze uitgangspunten zijn identiek voor alle fabrikanten. Hierdoor kunnen alle berekeningen onderworpen worden aan een benchmarking. Men noemt deze berekeningen dan ook 'benchmark-berekeningen'. De resultaten van de benchmarking worden onder anonieme vorm meegedeeld aan de fabrikanten. Dit heeft als voordeel dat fabrikanten

hun berekeningsmethode kunnen toetsen aan die van andere fabrikanten en deze verder kunnen optimaliseren.

De volgende stap is het nazicht van de berekening van het intrinsieke draagvermogen van een profiel met materiaal-karakteristieken en randvoorwaarden die representatief zijn voor de gecertificeerde productie van de fabrikant. Deze berekening heeft betrekking op een werkelijk vloerelement uit het productengamma van de fabrikant. In deze stap wordt gekeken of de fabrikant effectief in staat is om de vloerelementen te berekenen die hij produceert. Vooral de rekenkundige aspecten en parameters die afwijken van de opgegeven randvoorwaarden van de benchmark-berekening worden bekeken. Bepaalde aspecten uit de industriële zelfcontrole, zoals de beheersing van de maat- en vormkenmerken van het vloerelement of het eigengewicht en de druksterkte →



calcul de la capacité portante intrinsèque d'un profil imaginaire spécifié, présentant des caractéristiques de matériaux spécifiques et dans des conditions limites précises, notamment la résistance au feu, la classe environnementale, la déflexion maximale, la portée et la combinaison de charges.

Ces principes sont identiques pour tous les fabricants. Cela permet de soumettre tous les calculs à une analyse comparative. Ces calculs sont donc qualifiés de "calculs de référence". Les résultats de cette comparaison sont communiqués aux fabricants de manière anonyme. Cela présente l'avantage que les fabricants peuvent confronter leurs

méthodes de calcul à celles d'autres fabricants et ainsi les optimiser. L'étape suivante consiste à vérifier le calcul de la capacité portante intrinsèque d'un profil présentant des caractéristiques de matériaux et des conditions limites représentatives de la production certifiée du fabricant.

Ce calcul se réfère à une réelle dalle alvéolée faisant partie de la gamme de produits du fabricant. Lors de cette étape, on examine si le fabricant est effectivement en mesure d'effectuer les calculs propres aux dalles alvéolées qu'il produit. On examine en particulier les aspects arithmétiques et les paramètres qui dérogent aux conditions →

van het beton, kunnen invloed hebben op de berekening, bijvoorbeeld via de toepassing van gereduceerde veiligheidsfactoren op het beton en het staal. Bijkomend wordt in deze fase ook gekeken of de uitgangspunten in de berekening overeenkomen met deze die gecommuniceerd worden naar de aannemer, zoals bijvoorbeeld de lengte van het element, de opleglengte en de dikte van de druklaag. Dit gebeurt op basis van de leveringsdocumenten (bijvoorbeeld een plaatsingsplan) van een werkelijk dossier. Tijdens de

attesteringsperiode (na toekenning van het certificaat) wordt jaarlijks een werkelijk dossier met bijhorende rekennota gecontroleerd.

#### PROEVEN OP WARE GROOTTE

Holle vloerelementen moeten onderworpen worden aan typeproeven om de berekende dwarskrachtcapaciteit te bevestigen. Bij een typeproef wordt een vloerelement op ware grootte belast tot bezwijken ten gevolge van een overschrijding van de dwarskrachtcapaciteit optreedt (zie foto). De modaliteiten

hieromtrent worden omschreven in de productnormen<sup>[2]</sup>. Sinds eind 2010 moeten deze typeproeven initieel gebeuren bij opstart van een nieuwe fabriek of bij het introduceren van een nieuw vloerelement, maar ook indien zich een belangrijke wijziging voordoet in de dwarsdoorsnede van het element, in de betonsterkte, in het type of werkingsprincipe van de productiemachine of indien er een andere wijziging is die de dwarskrachtcapaciteit aanzienlijk kan beïnvloeden.



© KU Leuven Campus De Nayer

Proef op ware grootte

Essai à échelle réelle

préalablement spécifiées du calcul de référence. Certains aspects de l'auto-contrôle industriel, comme le contrôle des caractéristiques dimensionnelles et de forme de la dalle alvéolée ou encore du poids spécifique et de la résistance à la compression du béton, peuvent avoir une influence sur le calcul, par exemple via l'application de facteurs de sécurité réduits au béton et à l'acier. On vérifie également, lors cette phase, si

les hypothèses du calcul correspondent à celles communiquées à l'entrepreneur, par exemple concernant la longueur de l'élément, la longueur de l'appui et l'épaisseur de la couche de compression. Cela se fait sur la base des documents de livraison (par exemple, un plan de pose) d'un dossier réel. Pendant la période d'attestation (après l'attribution du certificat), un dossier réel accompagné de sa note de calcul est contrôlé chaque année.

#### ESSAIS À ÉCHELLE RÉELLE

Les dalles alvéolées doivent être soumises à des essais de type pour confirmer la capacité de cisaillement calculée. Dans un essai de type, un élément de plancher à échelle réelle est chargé jusqu'à ce qu'une défaillance se produise en raison du dépassement de la résistance à l'effort tranchant (voir photo). Les modalités en sont décrites dans les normes de produits<sup>[2]</sup>. Depuis fin 2010,





© CRH Structural Concrete Belgium

ces essais de type doivent être réalisés initialement lors de la mise en service d'une nouvelle usine ou lors du lancement d'une nouvelle dalle alvéolée, mais aussi en cas de modification importante de la section transversale de l'élément, de la résistance du béton, du type ou du principe de fonctionnement de la machine de production ou de toute autre modification susceptible d'affecter de manière significative la résistance à l'effort tranchant.

L'évaluation des essais de type a toujours fait partie de la certification BENOR. À cet effet, le fabricant doit soumettre un rapport d'essai et un calcul de la valeur de la charge ultime prévue. Cette dernière est déterminée sur la base des paramètres de résistance réels du béton et des dimensions réelles pertinentes de l'élément de plancher. Lors de la réinstauration de la certification de la résistance mécanique, outre le contrôle de l'exécution de l'essai, on procédera également à un contrôle de

De beoordeling van de typeproeven is steeds een onderdeel geweest van de BENOR-certificatie. De fabrikant moet hiervoor een proefverslag en een berekening van de voorspelde bezwijklast voorleggen. Deze laatste wordt bepaald op basis van de werkelijke sterkteparameters van het beton en de relevante werkelijke afmetingen van het vloerelement. Bij de herinvoering van de certificatie van de mechanische sterkte wordt naast het nazicht van de uitvoering van de proef ook een nazicht verricht van de berekende bezwijklast die vergeleken wordt met de werkelijke bezwijklast die tijdens de proef gehaald werd. Het geldende BENOR-toepassingsreglement<sup>[3]</sup> geeft de nodige bepalingen hiervoor.

### PROCÉDURES EN WERKINSTRUCTIES

De laatste stap in de certificatieprocedure is de initiële beoordeling van de procedures en werkinstructies die verband houden met de interne

la valeur de la charge ultime calculée qui sera comparée à la charge ultime réelle obtenue pendant l'essai. Le règlement d'application BENOR en vigueur<sup>[3]</sup> prévoit les dispositions nécessaires.

### PROCÉDURES ET INSTRUCTIONS DE TRAVAIL

La dernière étape de la procédure de certification est l'évaluation initiale des procédures et instructions de travail liées à l'organisation interne du fabricant en ce qui concerne la méthode de conception.

organisatie van de fabrikant met betrekking tot de ontwerpmethodiek. Deze behandelen o.a. volgende aspecten: de functiebeschrijving en omschrijving van de verantwoordelijkheden, de verdeling en het beheer van de rekensoftware, het beheer van de normen en referentiedocumenten en de omzetting van de projectgebonden werfgegevens naar de berekening. Deze beoordeling gebeurt ook tijdens de attesteringsperiode. (BHE) ■

**REFERENTIES:**

[1] NBN EN 1992-1-1:2005 + ANB:2010 en NBN EN 1992-1-2:2005 + ANB:2010

[2] NBN EN 1168+A3:2011 en NBN B 21-605:2012

[3] TR 21-605, *Uitgave 3, 2020*



Elles concernent notamment les aspects suivants: la description de la fonction et la définition des responsabilités, la distribution et la gestion du logiciel de calcul, la gestion des normes et des documents de référence et la conversion des données de chantier spécifiques au projet sous forme de calcul. Cette évaluation a également lieu pendant la période d'attestation. (BHE) ■

**RÉFÉRENCES:**

[1] NBN EN 1992-1-1:2005 + ANB:2010 et NBN EN 1992-1-2:2005 + ANB:2010

[2] NBN EN 1168+A3:2011 et NBN B 21-605:2012

[3] RA 21-605, *3e édition, 2020*