



SESSION 10 : JEUDI 5/10/2017 – 11H00

LE BÉTON POUR LES GÉNÉRATIONS FUTURES

Dans cette session, l'accent est mis sur les développements récents et les nouveaux concepts pour l'exécution des revêtements routiers en béton qui peuvent contribuer à garantir l'infrastructure durable pour le transport de demain. De nouvelles idées et solutions innovantes sont abordées dans ce cadre, comme l'application de granulats recyclés dans le béton, la méthode « d'amorces de fissuration actives » dans le béton armé continu, les revêtements en béton bicouche et la certification récente du béton routier où les besoins, défis et réponses possibles pour « nos » routes en béton sont constamment développés dans une perspective d'avenir.

SESSIE 10: DONDERDAG 5/10/2017 – 11:00

BETON VOOR DE VOLGENDE GENERATIES

In deze sessie wordt de nadruk gelegd op de recente ontwikkelingen en nieuwe concepten voor uitvoering van wegverhardingen in beton die mee kunnen helpen de duurzame infrastructuur voor het transport van de toekomst te verzekeren. Hierbij komen nieuwe ideeën en innovatieve oplossingen aan bod zoals toepassing van recyclagegranulaten in beton, de methode van "actieve scheuraanzetten" in doorgaand gewapend beton, tweelaagse betonverhardingen en de recente certificatie van wegenbeton waarbij telkens de noden, uitdagingen en mogelijke antwoorden voor "onze" betonwegen van de toekomst worden belicht.



LES REVÊTEMENTS EN BÉTON ARMÉ CONTINU BICOUCHE - LE PROJET DU CONTOURNEMENT DE COUVIN

VERHARDINGEN IN TWEELAAGS DOORGAAND GEWAPEND BETON – DE ONTSLUITING VAN COUVIN

Nathalie BALFROID
Ingénieur conseil infrastructure
FEBELCEM

Jean-Luc LECOMTE
Fonctionnaire dirigeant
SPW

La liaison Reims-Charleroi est considérée comme un itinéraire du réseau autoroutier européen dénommé E420. La future autoroute A34 française située sur cet itinéraire sera achevée prochainement.

La traversée de Couvin constitue un véritable nœud d'encombres. Pour l'éviter, il a été décidé de réaliser le contournement de Couvin en phase avec l'achèvement de l'A34.

Le projet d'une longueur de 14 kilomètres relie la route N5 de Frasnes-lez-Couvin à la frontière française à Brûly Gué-d'Hossus. L'autoroute se compose d'une chaussée dans chaque sens, chacune comprenant deux bandes de circulation et une bande d'arrêt d'urgence.

Le projet a été dimensionné pour un trafic journalier de 17.000 véhicules par jour dont 19% de poids lourds.

Le SPW a choisi de réaliser une route en béton en béton armé continu silencieuse. Il s'agit d'un revêtement bicouche égalant les enrobés drainants en matière de réduction de bruit et garantissant la sécurité des usagers dans toutes les conditions climatiques, tout en n'étant pas sujet au phénomène d'orniérage.

De verbinding Reims-Charleroi wordt beschouwd als een wegvak dat behoort tot het Europese autosnelwegennetwerk, met name tot de E420. De toekomstige Franse autosnelweg A34 die zich op dit traject bevindt, zal weldra klaar zijn.

De doortocht door Couvin vormt hierin een ware flessenhals. Om dit te vermijden werd beslist om de ontsluitingsweg van Couvin gelijklopend met de beëindiging van de A34 te realiseren.

Het project loopt over een lengte van 14 km en verbindt de N5 te Frasnes-lez-Couvin met de Franse grens te Brûly Gué-d'Hossus. De autosnelweg bestaat per richting uit een rijweg samengesteld uit twee rijstroken en een pechstrook.

De dimensionering is gebeurd op basis van een dagelijks verkeer van 17.000 voertuigen waarvan 19% vrachtwagens.

De SPW heeft gekozen om de weg aan te leggen met een geluidsarme verharding in doorgaand gewapend beton. Het betreft een tweelaagse verharding die op vlak van geluidsreductie evenwaardig is met zeer open asfalt en die, gezien de afwezigheid van spoorvorming, in alle weersomstandigheden garant staat voor de veiligheid van de weggebruikers.



BÉTON ARMÉ CONTINU BICOUCHE DANS LA SECTION DE TUNNEL SUR L'A11

TWEELAAGS DOORGAAND GEWAPEND BETON IN DE TUNNELSECTIE VAN DE A11

Brecht VYNCKIER
Hoofdwerfleider
ASWEBO NV

Geert LAMBERT
Plantmanager A-Beton
ASWEBO NV

L'A11 est une nouvelle autoroute qui assurera une liaison plus fluide entre le port de Zeebrugge et l'intérieur du pays. Par la réussite d'une nouvelle partie de 12 km de longueur, la connexion entre la N31 à Bruges et l'E34 à Westkapelle est assurée.

Pendant la conception et la mise en œuvre, une grande importance est attribuée à l'intégration de l'autoroute dans son environnement, en respectant les citoyens, l'agriculture et la nature. Pour ne pas perturber le panorama des polders, une partie de l'autoroute est construite en tranché partiellement ouverte et partiellement fermée.

Ce projet est un partenariat public-privé, dans lequel ASWEBO est l'entrepreneur responsable pour les travaux routiers. Pour assurer la sécurité et la durabilité et pour éviter un entretien fréquent, il a été décidé de réaliser la partie en tranché en béton armé continu. La mise en œuvre d'un revêtement bicouche résulte dans une réduction de bruit égalant les enrobés SMA.

Le principe des amorces de fissuration est appliqué pour atteindre une fissuration optimale qui assure la durabilité du revêtement.

Une attention particulière est aussi accordée à la mise en œuvre dans le tranché. La position des renforcements, le choix de la composition du béton et les résultats de l'application des amorces seront présentés.

De A11 is een nieuwe autosnelweg die zorgt voor een vlottere verbinding van de Zeehaven van Zeebrugge en het binnenland. Met de aanleg van een nieuw deel over een totale lengte van 12 km wordt de link tussen de N31 in Brugge en de E34 in Westkapelle verzekerd.

Bij het ontwerp en de aanleg van de A11 hecht men veel belang aan de integratie van de snelweg in zijn omgeving, met respect voor de buurtbewoners, landbouw en natuur. Voor het behoud van de vergezichten van de polders is beslist een deel van de autosnelweg aan te leggen in een deels open, deels gesloten sleuf.

Dit project wordt uitgevoerd in een publiek– private samenwerking waarbij ASWEBO NV instaat voor de wegenwerken. Omwille van de veiligheid, de duurzaamheid en het beperkt onderhoud is geopteerd om de verharding in de sleuf aan te leggen met een doorgaand gewapende betonverharding. De tweelaagse uitvoering zorgt voor een geluidsarme verharding, vergelijkbaar met een verharding in splitmastiekasfalt.

Het principe van actieve scheuraanzetten is toegepast. Op deze manier wordt het scheurpatroon geoptimaliseerd en de duurzaamheid verbeterd.

Speciale aandacht gaat ook uit naar de uitvoeringstechniek op de vloer van de tunnel. De plaatsing van de wapening, de keuze van betonsamenstelling en de resultaten van de actieve scheuraanzet zullen worden toegelicht.



AMORCES DE FISSURATION DANS LES REVÊTEMENTS EN BÉTON ARMÉ CONTINU (BAC) SCHEURAANZETTEN IN DOORGAAND GEWAPENDE BETONVERHARDINGEN (DGB)

Pieter DE WINNE

**Afdelingshoofd Wegenbouwkunde
Vlaamse Overheid – Agentschap Wegen en Verkeer**

**Hans DE BACKER, Sien DEPUYDT
Universiteit Gent**

**Luc RENS
Febelcem**

Les revêtements en béton armé continu (BAC) sont fréquemment utilisés en Belgique sur les routes à grande circulation, en raison de leurs meilleures performances à long terme et le faible entretien qu'ils nécessitent. La formation libre de fissures est autorisée dans le BAC et le schéma de fissuration est déterminé entre autres par l'armature longitudinale continue. Le problème est qu'en réalité, le schéma de fissuration idéale n'est pas obtenu. Les entre-distances des fissures sont parfois plus petites, créant des fissures rapprochées et pouvant augmenter l'effet de punch-out. Les amorces de fissuration par traits de scie en bord de la dalle en béton ("active crack control") tendent à fixer la position des fissures dans le revêtement en béton à jeune âge.

Cette contribution tente de déterminer les dimensions optimales des traits de scie, menant à un schéma de fissuration uniforme. Pour ce faire, un modèle numérique 2D d'un tronçon de route est réalisé sur base du programme d'éléments finis SAMCEF Field. Les déformations et contraintes dans le béton et les armatures sont comparées. La distance entre les traits de scie et la largeur et la profondeur du trait de scie sont les variables dans ce modèle. Ensuite, un modèle 3D est généré sur base du modèle 2D avec la longueur du trait de scie comme variable complémentaire. Les résultats des deux modèles sont discutés.

Cette contribution aide à développer et à améliorer la technique des amorces de fissuration.

Doorgaand gewapende betonverhardingen (DGB) worden vaak gebruikt in België op wegen met zwaar verkeer, omdat ze betere prestaties op lange termijn vertonen en weinig onderhoud vragen. Vrije scheurvorming is toegestaan in DGB en het scheurpatroon wordt onder meer bepaald door de continue langswapening. Het probleem is dat in werkelijkheid het scheurpatroon niet is zoals gewenst. De afstanden tussen de scheuren zijn soms kleiner, waardoor clusters van scheuren ontstaan. Deze clusters kunnen het punch-out effect vergroten. Met scheuraanzetten ("active crack control") tracht men de positie van deze scheuren in de jonge betonverharding vast te leggen door het maken van zaagsnedes aan de rand van de betonstrook.

Deze bijdrage probeert de optimale afmetingen van de zaagsnedes te vinden, die resulteren in een uniform scheurpatroon. Om dit te doen, is een numeriek 2D-model van een wegsegment gemaakt met het eindige elementen programma SAMCEF Field. Vervormingen en spanningen in het beton en de wapening zijn vergeleken. De afstand tussen de zaagsnedes en de breedte en diepte van de zaagsnede zijn de variabelen in dit model. Een 3D-model is gegenereerd op basis van het 2D-model met de lengte van de zaagsnede als bijkomende veranderlijke. De resultaten van beide modellen worden besproken.

Deze bijdrage helpt bij het ontwikkelen en verbeteren van de techniek van de actieve scheuraanzetten.



LES INNOVATIONS DANS LES ROUTES EN BÉTON

INNOVATIES IN BETONWEGEN

Anne BEELDENS

Raadgevend ingenieur

AB-Roads

Elia BOONEN

Onderzoeker

OCW

Luc RENS

Raadgevend ingenieur infrastructuur

FEBELCEM

Les routes en béton existent déjà depuis longtemps, il suffit seulement de penser aux anciennes routes héritées des Romains, ces liaisons durables permettant d'atteindre les extrêmes limites de l'Empire romain. Aujourd'hui, la route est beaucoup plus qu'une liaison entre point A et B. En plus d'assurer une fonction de connexion, la route doit être multimodale, être accessible, être silencieuse, purifier l'air, économiser de l'énergie, permettre une bonne gestion de l'eau, nécessiter peu d'entretien, etc., et tous cela sans compromettre la sécurité, le confort ni la durabilité, et de préférence pour un faible coût de construction et d'entretien.

L'introduction des 'autres' éléments conduit à de nouvelles fonctionnalités. Un bel exemple est l'introduction d'un champ inductif pour les véhicules de chargement dynamique ou statique, déjà en application à Bruges pour une ligne de bus de 'De Lijn'. Une grande importance est aussi accordée à la production d'énergie par la voirie. La première piste cyclable solaire, dans laquelle des cellules solaires sont introduites, est un fait. Non seulement la production d'énergie est investiguée, mais aussi l'économie de l'énergie qui devient un point d'attention, par exemple par une réduction de la résistance au roulement ou par une augmentation de l'effet albédo et la réflectivité de la surface de la route, ce qui résulte en une économie d'énergie de l'éclairage.

Betonwegen bestaan reeds sinds de oudheid, denk maar aan de oude Heirwegen van de Romeinen, duurzame verbindingen om alle uithoeken van het Romeinse Rijk te bereiken. Vandaag is de weg echter veel meer dan een verbinding van A naar B. Naast het verzekeren van de verbinding dient de weg multimodaal te zijn, een grote beschikbaarheid te hebben, geluidsarm te zijn, luchtzuiverend, energiebesparend, een geïntegreerd waterbeheer te hebben, onderhoudsluw te zijn, enz., en dit alles zonder in te boeten aan veiligheid, comfort en levensduur, en bij voorkeur voor een lage aanleg- en onderhoudskost.

Het inbrengen van 'andere' elementen leidt tot nieuwe functionaliteiten. Een mooi voorbeeld hiervan is de introductie van een inductief veld voor het dynamisch of statisch laden van voertuigen, nu al van toepassing voor enkele bussen van De Lijn in Brugge. Veel aandacht gaat ook naar de opwekking van energie door de weg. Het eerste Solar-fietspad waarbij zonnecellen in de verharding ingebracht worden, is een feit. Maar niet enkel energieproductie wordt bekeken, ook energiebesparing is een aandachtspunt, bijvoorbeeld door het verminderen van de rolweerstand of door het verhogen van het Albedo-effect en het reflectievermogen van de weg met een energiebesparing betreffende de verlichting als gevolg.

L'attention est également accordée à un meilleur suivi de l'infrastructure routière par l'optimisation des analyses non destructives, comme l'utilisation du géoradar ou le tomographe ultrason pour la détection des goujons, des barres d'ancrage ou des renforcements, ou par l'introduction des capteurs. Ceux-ci donnent un meilleur aperçu du comportement de la route à long terme.

Le comportement à long terme devient de plus en plus important pour gérer le patrimoine routier. Le développement des techniques LCA et l'importance de l'économie circulaire nous oblige à innover du point de vue des matières premières, des techniques de mise en œuvre, de l'entretien, etc. et nous mène à des approches novatrices qui augmentent la durabilité et la multifonctionnalité de la route.

Ce pecha-kucha présente quelques innovations importantes en mettant l'accent sur leur intégration dans les routes en béton.

Aandacht gaat ook uit naar een betere opvolging van de weginfrastructuur, onder meer door het gebruik van niet-destructieve metingen zoals toepassing van de grondradar of ultrasone tomografie voor het opsporen van deuken, ankerstaven, wapening..., of door het inbrengen van allerlei sensoren. Deze maken het mogelijk een nauwkeuriger beeld te krijgen van het gedrag van de weg op lange termijn.

Dit gedrag op lange termijn wordt ook steeds belangrijker om de weginfrastructuur te beheren. De verdere ontwikkeling van LCA-technieken en het belang van de circulaire economie, verplichten ons anders om te gaan met grondstoffen, aanlegmethodes, onderhoud, enz., en leidt tot innovatieve benaderingen die de lange levensduur en het multifunctionele gedrag van betonwegen bevorderen.

Deze pecha-kucha bespreekt enkele belangrijke innovaties, met vooral aandacht voor de integratie van deze innovaties in de betonweg.



LE BÉTON VERT, UNE CONTRIBUTION IMPORTANTE À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE GROEN BETON, EEN BELANGRIJKE BIJDRAGE TOT DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Willy GOOSSENS
GBV – Groen Beton Vert

L'économie circulaire s'éveille de plus en plus. L'objectif est entre autres d'utiliser plus efficacement les matières premières, dont le recyclage est fortement encouragé. L'utilisation des granulats en béton ensemble avec ou en remplaçant les granulats naturels est une progression significative. À côté d'épargner l'emploi des ressources naturelles, il y a des autres avantages comme la réduction du transport et la disponibilité locale de ces matériaux recyclés. Utiliser des granulats de béton est une réponse à la problématique d'une mobilité réduite continue et la disponibilité de certaines ressources.

Le recyclage de matériaux de construction ou de démolition a bien évolué depuis les années 90. La qualité des granulats s'est améliorée systématiquement, à ce point qu'il existe maintenant des granulats de béton de haute qualité qui peuvent être utilisés dans la production de béton prêt à l'emploi. En Flandre, le cahier de charge SB250 version 3.1 prévoit déjà un taux de remplacement de 20% pour les sous-couches de voiries et pour les éléments linéaires coulés en place.

Aussi la norme Européenne EN 206 prévoit la possibilité d'employer des granulats de béton de haute qualité dans le béton prêt à l'emploi. La norme Belge de béton NBN B15-001 en révision autorise des différents taux de remplacement en fonction de la classe de résistance et de l'environnement.

Le secteur est d'ailleurs d'avis que le taux actuel de remplacement peut être augmenté d'avantages. Dans des applications où la rugosité n'est pas requis, on a déjà construits des revêtements avec un taux de remplacement jusqu'à 100% du granulats gros (> 4 mm) sans que la qualité du

Circulaire économie treedt meer en meer op de voorgrond. Doel is onder meer het efficiënter inzetten van grondstoffen, waarbij hergebruik heel sterk aangemoedigd wordt. Het toepassen van betongranulaten naast of ter vervanging van natuurlijke granulaten is dan ook een hele stap voorwaarts. Naast de besparing van natuurlijke grondstoffen zijn andere belangrijke drijfveren het verminderd transport en de lokale beschikbaarheid van materialen. Gebruik van betongranulaat biedt bijgevolg een antwoord op de steeds groter wordende mobiliteitsproblemen en de beperking van de beschikbaarheid van bepaalde grondstoffen.

De recyclage van bouw- en sloopafval is sinds begin de jaren negentig sterk geëvolueerd. De kwaliteit van de granulaten werd systematisch vergroot, in die mate zelfs dat er nu hoogwaardige betongranulaten worden geproduceerd welke perfect kunnen aangewend worden bij de productie van stortklaar beton. In Vlaanderen voorziet het SB 250 versie 3.1 reeds een vervangingspercentage van 20% voor de onderlagen van wegen en voor ter plaatse gestorte lineaire elementen.

De Europese norm EN 206 voorziet ook al de mogelijkheid hoogwaardige betongranulaten te gebruiken in stortbeton. De in herziening zijnde Belgische betonnorm NBN B15-001 laat ook verschillende vervangingspercentages toe al naargelang de sterkte- en omgevingsklasse.

De sector is echter van mening dat in de wegenbouw de huidige vervangingspercentages nog kunnen verhoogd worden. Op plaatsen waar stroefheid geen discussiepunt is, zijn reeds verhardingen aangelegd met 100% vervanging van het grof granulaat (>4 mm), zonder in te boeten aan de kwaliteit van het

béton se réduit. Les applications sont des revêtements industriels, des pistes cyclables ou autres revêtements où la rugosité n'est pas exigée.

Divers projets pilotes récentes, exécuté en collaboration avec le CRR et le CSTC, ont prouvé la faisabilité de pourcentages de remplacement plus élevés. Recherche aux laboratoires du PXL(Hasselt) se focalise sur la qualité des granulats ainsi que sur l'impact de la qualité sur les caractéristiques finales du béton.

Par un nombre d'applications concrètes, les possibilités et l'impact de l'utilisation des granulats de béton seront élaborés.

beton. Hierbij wordt gedacht aan industriële verhardingen, eventueel aan fietspaden of andere verhardingen waar stroefheid geen rol speelt.

Verskillende recente proefprojecten uitgevoerd in samenwerking met het OCW en het WTCB hebben de haalbaarheid van hogere vervangingspercentages aangetoond. Onderzoek aan de PXL (Hasselt) gaat in op de kwaliteit van de granulaten en tevens op de invloed van deze kwaliteit op de uiteindelijke betoneigenschappen.

Aan de hand van een aantal concrete toepassingen zullen de toepasbaarheid, de mogelijkheden en de impact van het gebruik van betongranulaten toegelicht worden.



CERTIFICATION DU BÉTON ROUTIER – UN GUIDE VERS LA QUALITÉ

CERTIFICATIE VAN WEGENBETON – EEN LEIDRAAD NAAR KWALITEIT

Luc VERBUSTEL

**Productverantwoordelijke Wegenbeton
COPRO**

Margo BRIESSINCK

Agentschap Wegen en Verkeer – Wegenbouwkunde

Ann VAN GUCHT

BE-CERT

Avec l'introduction du « Standaardbestek 250 versie 3.1 », la Région flamande a pris les devants en matière de certification des mélanges de béton pour revêtements en béton de ciment et éléments linéaires coulés sur place. Il est important de chercher à obtenir une infrastructure routière de qualité ainsi que de maintenir la réputation de durabilité et d'entretien limité du béton pour ce type d'infrastructure.

La réalisation concrète du schéma de certification BENOR a été confiée à COPRO qui a été désigné par l'asbl BENOR comme organisme sectoriel. COPRO s'occupe également avec BE-CERT des tâches incombant aux organismes de certification.

En 2014, COPRO et BE-CERT ont constitué une Commission sectorielle qui a minutieusement examiné les prescriptions et les règlements. La Commission sectorielle est composée de représentants de toutes les parties intéressées : les institutions publiques des 3 régions (AWV, SPW, Bruxelles Mobilité), les fabricants/utilisateurs (Vlawebo, FWEV, Fedbeton, GBV), et les experts (CRR, SECO, Febelcem, BE-CERT, COPRO).

Le PTV 850 formule des exigences, caractéristiques et méthodes d'essai spécifiques pour les mélanges de béton coulés sur place pour les revêtements en béton de ciment et les éléments linéaires. Dans ce document, 3 types de béton routier sont définis, un pour chacun des cahiers de charges type régionaux, et il y est fait référence aux exigences techniques correspondantes.

Met het invoeren van het Standaardbestek 250 versie 3.1 nam het Vlaamse gewest het initiatief tot de certificatie van betonmengsels voor cementbetonverhardingen en ter plaatse gestorte lijnvormige elementen. Belangrijk hierbij is het streven naar een kwalitatief hoogstaande weginfrastructuur en ook het belang om de reputatie van beton in de weginfrastructuur als duurzame/onderhoudsarme oplossing te blijven behouden.

De praktische uitwerking van het BENOR-certificatieschema werd toevertrouwd aan COPRO die hiervoor door de vzw BENOR aangeduid werd als sectororganisme. Samen met BE-CERT neemt COPRO ook de taak van certificatie-instelling op zich.

COPRO stelde met BE-CERT in 2014 een Sectorale Commissie samen die de voorschriften en reglementen onder de loep nam. De Sectorale Commissie is samengesteld uit vertegenwoordigers van alle belanghebbenden: openbare instellingen uit de 3 gewesten (AWV, SPW, Brussel Mobiliteit), fabrikanten/gebruikers (Vlawebo, FWEV, Fedbeton, GBV), en experts (OCW, SECO, Febelcem, BE-CERT, COPRO).

PTV 850 formuleert de specifieke eisen, kenmerken en beproevingsmethoden voor ter plaatse gestorte betonmengsels voor cementbetonverhardingen en lijnvormige elementen. In het document worden 3 types wegenbeton gedefinieerd, één voor elk gewestelijk typebestek, en wordt er gerefereerd naar de bijhorende technische eisen.

En plus de cela, les documents RNR06 (étude préliminaire), RNR07 (étalonnage), TRA50 (Règlement d'application) et TAR50 (Règlement de Tarification) sont d'application.

Un élément important est, entre autres, la réalisation d'une étude préliminaire des mélanges de béton dans laquelle les résultats sont repris dans une note justificative. Après approbation de cette note justificative par l'organisme de certification, le mélange est enregistré auprès de l'autorité, une fiche technique est établie par le producteur sur base d'un modèle, et mise à la disposition du maître d'ouvrage. La fiche technique avec le bon de livraison qui s'y rattache assurent la qualité et l'identification du produit qui sera livré sur le chantier.

Verder zijn nog de documenten RNR06 (voorstudie), RNR07 (kalibratie), TRA50 (Toepassingsreglement) en TAR50 (tariefreglement) van toepassing.

Een belangrijk element is onder andere het uitvoeren van een voorstudie van betonmengsels waarbij de resultaten vastgelegd worden in een verantwoordingsnota. Na goedkeuring van deze verantwoordingsnota door de certificatie-instelling wordt het mengsel geregistreerd bij de overheid en wordt door de producent aan de hand van een sjabloon een technische fiche opgemaakt die ter beschikking wordt gesteld van de bouwheer. De technische fiche samen met de bijhorende leveringsbon geven zekerheid over de kwaliteit en identificatie van het op de bouwplaats geleverde product.