

OPSTUIKING VAN BETONWEGEN

INFRASTRUCTUUR | AUGUSTUS 2018

	(94)	f2	(J7)
--	------	----	------

BB/SfB

- UITZETTING VAN BETON
- SCHADE DOOR OPSTUIKINGEN
- OORZAKEN, PREVENTIE EN HERSTELLING





Mol, N71 (foto AWV)

Niet alleen mens en natuur maar ook onze wegen hebben te lijden in lange periodes van extreme temperaturen, zowel in geval van vorst als hitte. We worden erop attent gemaakt door nieuwsberichten over schade aan wegdekken door het koude of warme weer. Elk type wegverharding heeft haar specifieke problemen: in geval van asfaltwegen gaat het vooral over gaten in het wegdek, zogenoemde kippennesten in de winter en plastische vervormingen van het oppervlak, gekenmerkt door spoorvorming in de zomer. Betonwegen staan gekend als robuust en onderhoudsarm. Ze vormen zelden een probleem van acute schade door putten, zware verzakkingen of vervormingen. Bovendien zijn ze ongevoelig voor spoorvorming en leveren dus ook geen probleem op voor aquaplaning. Toch doen er zich bij betonverhardingen, in periodes van langdurige hitte, schadegevallen voor ten gevolge van een opstuiking (of opstuwing) van het wegdek.

Het omhoog komen van de betonplaten gebeurt meestal bruusk en onverwacht. Het gaat om lokale problemen en de voorvallen zijn relatief beperkt in aantal maar uiteraard komen ze steeds erg ongelegen. Een opstuiking van de weg levert immers een gevaar op voor de weggebruikers, die er op dat ogenblik passeren en bovendien kan de schade, tot aan de voorlopige of definitieve herstelling, problemen opleveren voor de verkeersdoorstroming.

Waarom doen deze opstuikingen zich voor en hoe kunnen we ze vermijden? Om deze vragen te beantwoorden, is het nodig te weten hoe de betonwegen ontworpen en aangelegd worden en welke de parameters zijn die bij het fenomeen een rol spelen. Tevens is het belangrijk om de schade op een snelle en degelijke wijze te kunnen herstellen. Deze publicatie wil helderheid brengen in al deze aspecten.

Omslagfoto's:

-voor: N19, Herselt, opstuiking in platenbeton (2007)

-achter: N4, opstuiking in doorgaand gewapend beton (1986)

KRIMP EN UITZETTING VAN BETON

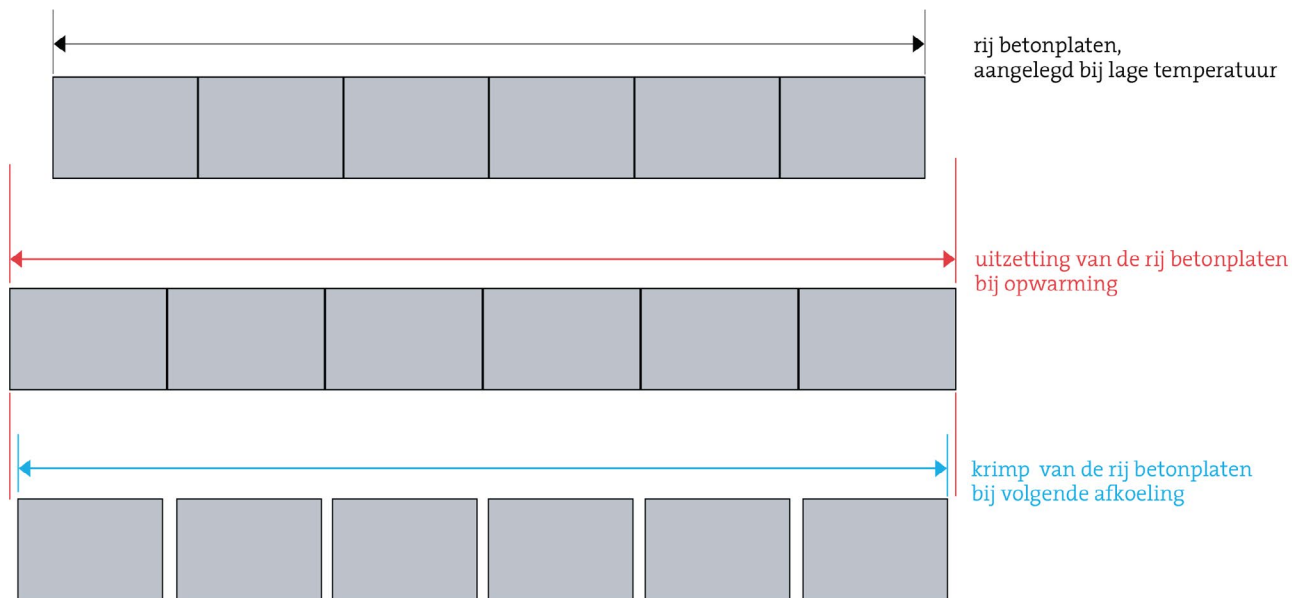
Een van de kenmerken van verhard beton is dat het onderhevig is aan thermische bewegingen: het zet uit wanneer de temperatuur stijgt en krimpt wanneer hij daalt. De mate waarin een materiaal uitzet of krimpt onder invloed van temperatuur wordt bepaald door de thermische uitzettingscoëfficiënt α . Voor beton bedraagt α ongeveer $10^{-5} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$.

De formule die de ongehinderde vervorming weergeeft is

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

waarbij ΔL de lengteverandering is van de betonplaat of aaneensluitende rij van betonplaten en ΔT het beschouwde temperatuursverschil. L is de beweegbare lengte van de plaat of rij betonplaten. Voor een lange rij platen is het immers zo dat alleen aan de uiteinden er een verplaatsing zal gemeten worden bij uitzetting terwijl ver van de uiteinden de beweging van betonverharding tegengewerkt wordt door het eigengewicht van de voorliggende platen en het effect van de wrijving op de ondergrond.

Wat betekent dit concreet? Veronderstel een betonplaat met lengte 10 m, die wordt aangelegd bij een betontemperatuur van 10°C . Tijdens een hete zomerdag kan de temperatuur in de plaat gemakkelijk oplopen tot 40°C . Met een temperatuursverschil $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ bedraagt de thermische uitzetting $30^\circ\text{C} \times 10 \text{ m} \times 10^{-5}/^\circ\text{C} = 3 \text{ mm}$. In geval van uitzetting werken aaneenliggende platen “in blok” en worden de verplaatsingen dus geaccumuleerd. In geval van krimp werken de platen afzonderlijk waardoor de verharding niet altijd in haar oorspronkelijke positie weerkeert. De berekening geldt weliswaar in wrijvingsloze toestand. In de praktijk is er wel wrijving of zelfs aanhechting tussen de betonplaat en de onderliggende laag.



Schematische voorstelling van een reeks betonplaten, aangelegd bij lage temperatuur, die eerst uitzetten bij opwarming (“in blok”) en nadien weer krimpen bij afkoeling (afzonderlijk) (Ref. 4).

Bovendien is het beton onderhevig aan andere vormen van krimp ten gevolge van waterverlies: de hygrometrische of plastische krimp tijdens de eerste dag na het storten en de verdere uitdrogingskrimp van het verhard beton. Een preciese berekening van de mogelijke bewegingen van een betonverharding is dan ook weggelegd voor experts die alle invloeden op een juiste manier kunnen in rekening brengen.



N74, Hechtel – Overpelt, platenbeton (Foto: A. Nullens voor FEBELCEM)

PRINCIPE VAN PLATENBETON EN DOORGAAND GEWAPEND BETON (DGB)



Deuvels in een dwarse uitzettingsvoeg

Indien we een ongewapende betonplaat voegloos zouden storten als wegdek, zou het beton spontaan en willekeurig gaan scheuren onder invloed van de verschillende krimpverschijnselen. De scheuren zijn dan niet gecontroleerd: ze hebben een grillig karakter en kunnen wijd open staan. Dit leidt tot waterinsijpeling, verzwakking van de structuur, lokale en algemene verzakkingen en tot een verdere degradatie van het betonnen wegdek onder invloed van verkeer en weersinvloeden. Om dat te voorkomen zijn er twee belangrijke concepten ontwikkeld voor de aanleg van betonwegen: platenbeton en doorgaand gewapend beton.

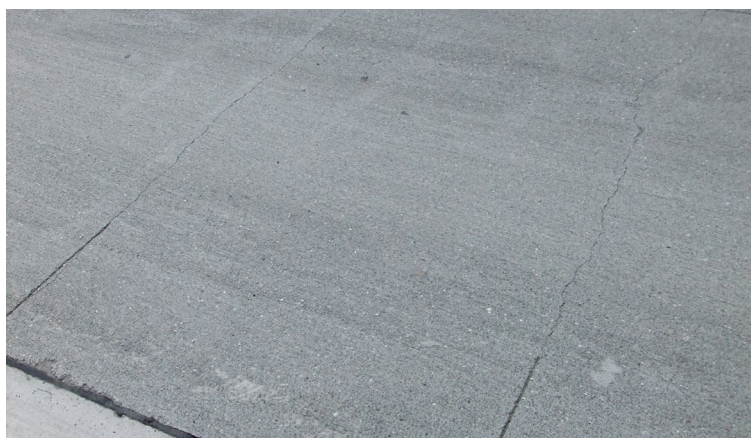
Platenbeton wordt gekenmerkt door ongewapende betonplaten, gescheiden door dwarse voegen. De voegen worden gerealiseerd door het aanbrengen van een zaagsnede over minstens 1/3 van de dikte van de betonplaat. Door de krimp tijdens de eerste dagen (plastische krimp en thermische krimp door afkoeling tijdens de nachten) zal het beton scheuren onder de zaagsnede. De scheuren zullen zich dus noodgedwongen lokaliseren ter hoogte van de voegen en worden op die manier volledig onder controle gehouden. De voegen kunnen verder verbreed worden met een sponning, afgeschuind en gevoegd. Voor wegen met veel zwaar verkeer worden er deuvels – gladde gecoate metalen staven – aangebracht in de voegen met als doel de aslasten te verdelen over de platen, zonder de horizontale verplaatsing in de voegen te verhinderen.

Het concept van DGB is fundamenteel verschillend van dat van platenbeton. Er zijn geen dwarse krimpvoegen meer aanwezig maar de krimp wordt gecontroleerd door een wapening in de langsrichting naar rato van 0,75 % van de betondoorsnede. De enige dwarse voegen in dit type verharding zijn dwarse werkvoegen waar de betonnering wordt onderbroken, meestal bij het einde van een dagproductie. Een wegdek in DGB vertoont een patroon van fijne dwarse scheuren dat gecontroleerd wordt door de langse wapening in het beton. Deze scheuren moeten gesloten en mooi verdeeld blijven. Een maximale scheuropening van 0,5 mm en een ideale tussenafstand tussen 0,8 en 3,0 m worden nagestreefd. Deze scheuren zijn niet voelbaar tijdens het overrijden en de wapening zorgt voor een goede lastenverdeling van het zwaar verkeer.



E40/A10, Affligem, DGB, zicht op grillig scheurpatroon

Om het scheurpatroon beter te beheersen wordt sinds 2012 in België het principe van de actieve scheuraanzet toegepast: korte zaagsneden worden aangebracht aan de rand van de betonplaat (lengte 40 cm, diepte 4 cm, tussenafstand 120 cm) met als doel de scheuren op die plaatsen te initiëren en een meer homogene verdeling van de scheuren te bekomen.

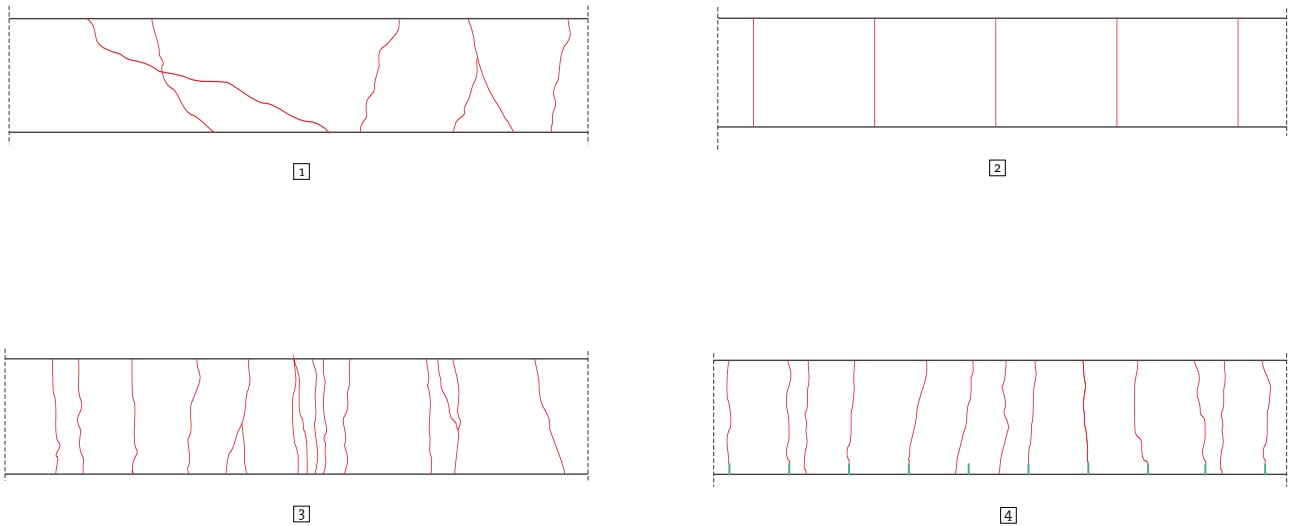


E313, Herentals, zicht op de dwarse scheuren vanuit de zaagsneden



E313, Herentals, realisatie van de scheuraanzetten in DGB

De volgende figuur geeft een schematische voorstelling van het scheurpatroon in functie van de verschillende concepten.



Schematische voorstelling, van boven naar onder:

1. spontane scheurvorming in ongewapend voegloos beton
2. voegen in platenbeton
3. grillig scheurpatroon in DGB
4. regelmatig scheurpatroon in DGB met actieve scheuraanzetten

Terwijl doorgaand gewapend beton vooral wordt toegepast op autosnelwegen, leent platenbeton zich voor alle mogelijke toepassingen: autosnelwegen, hoofd- en secundaire wegen, landbouwwegen, straten, fietspaden, pleinen, doortochten, busbanen, industrieterreinen, parkings,...



R1, Antwerpen, DGB

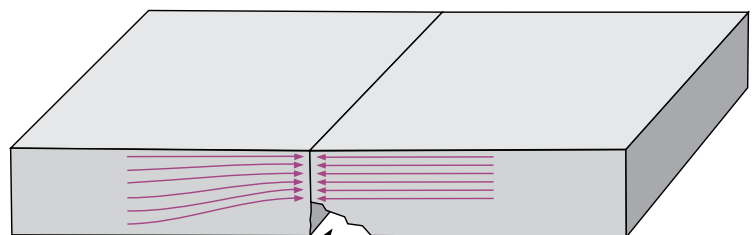
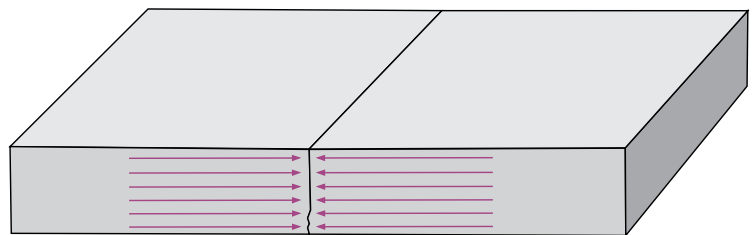
OPSTUIKINGEN VAN BETONNEN WEGDEKKEN: OORZAKEN EN INVLOEDSPARAMETERS

Temperatuurstijgingen veroorzaken een verlenging van de platen, die tegengewerkt wordt door het eigengewicht van het beton en de wrijving met de onderlaag. Door de uitzetting worden de voegen of scheuren samengedrukt waardoor drukspanningen ontstaan in het beton. Dit vormt op zich geen enkel probleem aangezien beton zeer goed weerstaat aan druk. Bovendien zorgt dit voor een voorspannend effect dat de buig- en trekspanningen tegenwerkt en dus gunstig is voor de levensduur van de verharding. Dit veronderstelt echter wel dat de betonverharding ter hoogte van alle voegen en eventuele stortnaden een uniforme dikte vertoont en tevens een beton van uniforme kwaliteit. Wanneer dit niet het geval is, kunnen er excentrische drukkrachten ontstaan met als gevolg spanningsconcentraties die het beton doen fragmenteren en ten slotte het uitknikken van de betonplaat tot gevolg kunnen hebben. Het zijn met andere woorden zwakke plekken in de betonverharding die aan de oorzaak liggen van de schade.

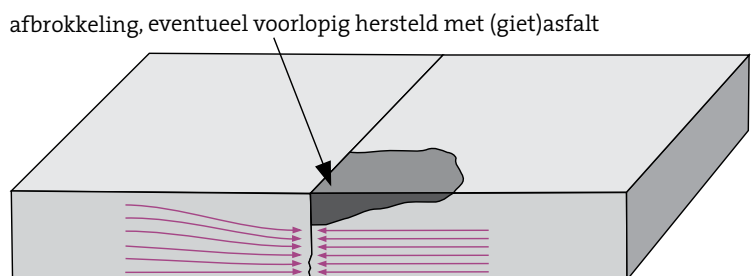
Meestal zijn de zwakke plaatsen gesitueerd ter hoogte van dwarse werkvoegen of van singuliere punten: ingebouwde putdeksels of andere objecten. Een gebrekkige uitvoering kan hierbij aan de basis liggen. Meestal betreft het dan het onvoldoende verdichten van het beton in de nabijheid van de dwarse werkvoeg of eindedagvoeg. Het gaat dan immers om het eerste of laatste beton dat die dag wordt gestort en om de eerste of laatste meters die moet worden aangelegd. In de wegenbouw gebeurt de aanleg meestal met behulp van glijbekistingmachines, uitgerust met een reeks trilnaalden die het beton krachtig kunnen verdichten. Met de machine is het echter moeilijk om het beton vlak tegen de werkvoeg op goede wijze te verdichten. Daarom is het absoluut noodzakelijk om de laatste en eerste meters van de verharding extra te verdichten met manueel bediende trilnaalden.

Een andere vorm van excentriciteit is de aanwezigheid van voorlopige herstellingen met asfalt. Dit kan zijn ter herstelling van afgebroken plaathoeken, van plaatgedeelten of ter hoogte van uitgebrokkelde dwarse en/of langse voegen. Het kan gaan om asfalt dat over gedeeltelijke breedte van de betonplaat en/of over een deel van de dikte werd aangebracht. Het asfalt zal plastisch vervormen in geval van

uitzetting van de verharding waardoor het resterende beton dan meer drukkrachten zal moeten opnemen met een verhoogd risico tot fragmentatie of opstuiking.



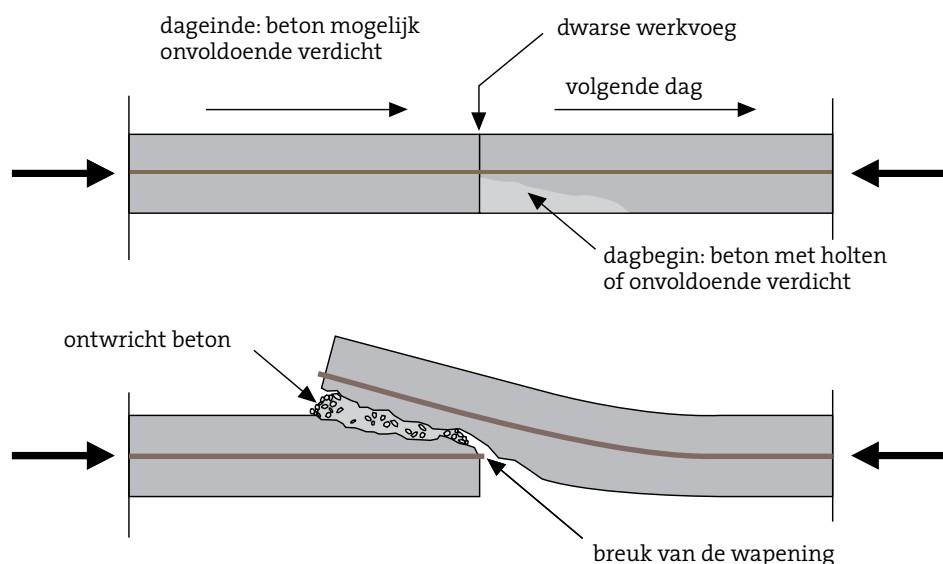
holte in het betonnen wegdek, of slecht verdicht beton



Schematische voorstelling van homogene en excentrische drukkrachten, uitgeoefend ter hoogte van een voeg in een betonverharding door de thermische uitzetting van het beton

WEGEN IN DOORGAAND GEWAPEND BETON

Tussen 1970 en 1980 werd meer dan 500 km aan nieuwe wegen en autosnelwegen in DGB aangelegd en meer dan 100 km bestaande wegen werden overlaagd met DGB. In de jaren 1980 deden er zich diverse opstuikingen voor ter hoogte van dwarse werkvoegen. Vooral de hete junimaanden in 1986 en 1987 waren problematisch. De schadegevallen werden dan ook grondig onderzocht en het toenmalige Ministerie van Openbare Werken verspreidde omzendbrieven over het detecteren en herstellen van de schade. Hoewel het over tientallen gevallen ging betrof dit in totaal slechts enkele procenten van de in totaal ca. 5000 dwarse werkvoegen in DGB die er toen waren. Eind jaren 1980 tot midden jaren 1990 is het gebruik van DGB voor de aanleg van hoofdwegen afgenomen maar vanaf 1998 wordt het opnieuw massaal toegepast voor de renovatie van diverse autosnelwegen en gewestwegen, o.a. de A8, A12 ter hoogte van Meise, A10 Groot-Bijgaarden - Affligem, R1 Antwerpen, A14 Haasdonk-Waasmunster, A14 Gent-Kruishoutem, omleidingsweg van Couvin, N5 Philippeville,... Geen enkele opstuiking heeft zich voorgedaan op deze wegvakken waarvan de oudste nu al 20 jaar in dienst zijn.



Mechanisme van opstuiking ter hoogte van een dwarse werkvoeg in doorgaand gewapend beton. De horizontale drukkrachten worden overgebracht op de bovenste laag van het beton, wat leidt tot de verbrijzeling en fragmentatie ervan en ten slotte tot het knikken van het wegdek (Ref. 1)



1987, E411, Courrière-Custinne, herstelling van een dagvoeg. Het poreuze, slecht verdichte beton is duidelijk zichtbaar aan één zijde van de voeg.

INVLOEDSPARAMETERS

Er zijn een aantal omstandigheden die het risico op opstuikingen vergroten of verkleinen:

- **Temperatuur bij aanleg:** wanneer het beton gestort wordt in een warme zomerperiode zal er later minder risico op opstuiking zijn. Het temperatuursverschil tussen de maximale temperaturen in hete periodes en de aanlegtemperatuur zal dan immers minder zijn dan wanneer de weg werd aangelegd in een koudere winterperiode.
- **Periode van het jaar:** meestal doen de opstuikingen zich voor in de periode eind april-juli. Uiteraard is dat de periode waarin de kans op hittegolven het hoogste is maar het is ook de periode van het jaar waarin de dagen het langst zijn. Er is bijgevolg een langere duur van de opwarming van het wegdek door de zonneschijn met als gevolg hogere temperaturen in de wegverharding en meer uitzetting. Bovendien bevat het beton dikwijls nog veel water op het einde van de lente.
- **Periode van de dag:** het is opvallend dat de opstuikingen plaatsvinden in de namiddag, meestal tussen 15u en 18u wanneer de zon erg lang de kans heeft gehad om het oppervlak op te warmen.
- **Betondikte:** verhardingen met geringe dikte zijn gevoeliger voor opstuikingen. De risico's zijn nog groter in het geval van verhardingen aangelegd met veranderlijke dikte ter hoogte van de zones met onvoldoende dikte.
- **Slijtage/onderhoud:** ook de veroudering van het wegdek en/of een gebrek aan het nodige onderhoud kunnen mede de oorzaak zijn. Doorheen de jaren geraken slecht onderhouden voegen gevuld door vervuiling, vooral in de koude periodes wanneer ze meer geopend zijn. Wanneer de voegvulling verdwenen is uit de voegen en niet vernieuwd wordt, wordt dit fenomeen nog verergerd. Het gevolg van de vervuiling is dat de voegen minder bewegingsruimte hebben en dat de drukkrachten sneller worden opgebouwd en hoger oplopen in warme periodes, wat het risico op opstuiking verhoogt. In het geval van DGB moeten dwarse werkvoegen, indien ze openstaan na een eerste koude winter, gevoegvuld worden. Insijpelend water en dooizouten veroorzaken immers corrosie van de langswapening. Samen met het broos beton, doorweekt met pekewater, is dat een verzwarende factor voor het risico op opstuiking.
- **Invloed overlaging met asfalt:** wanneer het beton overlaagd wordt met asfalt ziet het wegdek er weer nieuw uit. Vaak worden gebreken in het beton verborgen maar blijven die als potentieel risico aanwezig. Bovendien zorgt het zwarte oppervlak van de asfalttoplaag ervoor dat het wegdek meer warmte absorbeert en dat de temperatuur in het beton hoger zal oplopen, wat het risico op opstuiking kan verhogen.

ENKELE VOORBEELDEN



De foto hiernaast toont een dwarse werkvoeg in een landbouwweg, aangelegd in 2017. De werkvoeg is goed zichtbaar door de twee onderscheiden stortfasen en het lichte kleurverschil van het beton. Het is ook duidelijk dat deze einddagvoeg onzorgvuldig werd gerealiseerd. Zowel op het einde van de eerste stortfase als bij het begin van de tweede zijn grote holtes zichtbaar die duiden op het onvoldoende verdichten van de betonspecie. De verharding werd aangelegd met de glijbekistingmachine zonder bijkomende verdichting met trilnaalden. De voeg was ook niet voorzien van deuvels. Dit vormt een zwak punt in de betonverharding en zou in de toekomst hoogstwaarschijnlijk tot een opstuiking leiden. Dergelijk euvel dient hersteld te worden door aan weerszijden van de werkvoeg de verharding over 1 m te vervangen zodat een nieuwe plaat van 2 m lengte ontstaat die tegen perfect rechtlijnig afgezaagde zijvlakken kan worden gestort.



Deze landbouwweg, te Herselt, vertoonde een lichte opstuiking met als bijkomende schade een langse scheur doorheen twee aanliggende platen. Het schadegeval deed zich voor op 21 juni 2016, tijdens het 34^e dienstjaar van deze weg, die verder nauwelijks enige schade vertoonde. In dit geval deed zich een combinatie voor van ongunstige omstandigheden.

De schade deed zich voor ter hoogte van een einddagvoeg. Dat weten we door de aanwezigheid van de datum die alleen wordt aangebracht bij het begin van een dagproductie.

De datum leert ons dat de verharding werd aangelegd in december 1971, dus tijdens de winterperiode en mogelijk in relatief koude omstandigheden.

De opstuiking gebeurde op de heetste maar ook op de langste dag van het jaar, waarbij het betonoppervlak maximaal werd opgewarmd.

De schade werd hersteld door vervanging van de platen en de weg, die dienst doet voor lokaal en landbouwverkeer, is na 46 jaar nog in goede staat.

De gewestweg N19 tussen Westerlo en Herselt werd vermoedelijk aangelegd rond 1940. In april 2007, tijdens een hete voorjaarsperiode, deed zich een opstuiking voor. Op dat moment was de baan al ver voorbij de ontwerplevensduur. Ze voldeed dan ook niet meer aan de hedendaagse eisen en vertoonde diverse problemen (trapjes aan de voegen, openstaande langsvoegen, gebarsten platen). Aangezien vervanging voorzien was, werd er nog nauwelijks onderhoud gepleegd. In dit geval is het duidelijk dat een gebarsten plaat, die voorlopig hersteld was met gietasfalt, aan de basis lag van te hoge drukkrachten op het resterende gedeelte van de plaat met het opstuwten van de verharding tot gevolg. De schade werd alsnog hersteld in afwachting van de volledige vernieuwing van de gewestweg in 2012, na meer dan 70 jaar dienst.



Opstuiking van de autosnelweg E314 te Aarschot op 22 juni 2017. Deze autosnelweg werd aangelegd in DGB en volledig in dienst gesteld in 1982. Het betonnen wegdek werd ter hoogte van Aarschot overlaagd met een splitmastiekasfalt in 2010. Voorafgaand werden de nodige herstellingen uitgevoerd maar een aantal einddagvoegen bevonden zich nog in minder goede staat, waardoor een potentieel risico op opstuiking aanwezig was. Het zwarte asfaltoppervlak heeft dit risico bovendien verhoogd door een hogere warmteopname in de verharding.



N10 Scherpenheuvel-Diest, 22 juli 2017. Deze gewestweg werd in 1994 vernieuwd door middel van een overlaging in DGB met dikte van 18 cm boven op een oude weg in platenbeton en een nieuwe tussenlaag in asfalt. De beperkte dikte van 18 cm maakt dat dit DGB gevoeliger is voor uitknikken in vergelijking met de hedendaagse betonverhardingen met grotere ontwerpdikte. Twee opstuikingen in 23 jaar tijd vormen de enige schade die zich op deze weg voordeed.

OPSTUIKING VAN FIETSPADEN

Een bijzonder geval betreft de betonnen fietspaden en meer in het bijzonder de vrijliggende betonnen fietspaden. Meer dan de helft van de Belgische fietspaden zijn in beton en ze hebben hun verdienste al bewezen gedurende meer dan 40 jaar. Ook vandaag is het mogelijk om betonnen fietspaden te realiseren die voldoen aan alle normen van veiligheid en comfort. Beton is bovendien de meest duurzame materiaalkeuze.

Betonnen fietspaden worden, behoudens enkele uitzonderingen, aangelegd in platenbeton. De plaatlengte bedraagt meestal 4 m, de standaarddikte is 16 cm en de dwarse krimpvoegen blijven beperkt tot een enkelvoudige fijne zaagsnede zonder voegvulling, dit om het comfort voor de fietser te vrijwaren.



Op dit fietspad te Perk was na aanleg een dwarse scheur zichtbaar, ongeveer 1 m van een dwarse voeg gelegen. Aan de zijkant van de pas aangelegde verharding was de oorzaak van de scheur te vinden: een lokaal gebrekkige verdichting, allicht te wijten aan een onderbreking in het storten van het beton. Aangezien dit een potentieel risico inhield voor een latere opstuiking was een gedeeltelijke vervanging van de plaat met de scheur noodzakelijk.



Vaak zijn de riooldeksels ingewerkt in de fietspadverharding. Enerzijds gaat dat ten koste van het rijcomfort en anderzijds vormen dit zwakke punten tussen de betonplaten met een hoger risico voor opstuwen. Ook de beperkte dikte van een fietspadverharding speelt hierbij in het nadeel. Extra aandacht is daarom noodzakelijk om een constante betondikte en betonkwaliteit te realiseren in alle omstandigheden. Wat de putdeksels betreft, is het beter om er geen voeg doorheen te laten lopen maar om ze in het midden van een gewapende betonplaat te voorzien (netwapening diam. 1 mm x diam. 10 mm x 150 mm x 150 mm). Uiteraard is het nog gunstiger om de deksels niet in de fietspadverharding te voorzien.





Opstuiking van een vrijliggend fietspad in juli 2006 te Mechelen (Foto's: T. Bernaerts & F. Valckenborgh – Ref.2)
Het probleem stelt zich ter hoogte van het ingewerkte deksel van een inspectieput. Wat opvalt is de reductie van dikte van de betonplaat op die plaats en het minder goed verdichte beton.



HOE OPSTUIKINGEN VERMIJDEN ?

Door rekening te houden met de hiervoor opgenoemde invloedsfactoren is het mogelijk om het risico op opstuikingen drastisch te beperken of zelfs tot nul te herleiden.

- Wegen die aangelegd worden in de warmere (zomer)periodes zullen later minder uitzetten en dus minder snel opstuiken. Vanaf een omgevingstemperatuur van 15 °C nemen we aan dat het risico beperkt is.
- Voor wegen in ongedeuveld platenbeton, aangelegd bij een omgevingstemperatuur beneden de 15 °C, is het dan ook aanbevolen om op regelmatige afstand (ca. 100 m) een uitzetvoeg te voorzien zodat de drukopbouw tussen de betonplaten kan opgevangen worden.
- Dwarse werkvoegen dienen met de uiterste zorg te worden gerealiseerd. Het beton dient van goede kwaliteit te zijn en de verdichting is van cruciaal belang.
 - Voor platenbeton is er de mogelijkheid om het laatste gebetonneerde deel af te zagen, te verwijderen en daar tegenaan te storten. Op die manier is het dageinde alvast van goede kwaliteit. Dwarse werkvoegen dienen in principe gedeuveld te zijn wat bijdraagt tot de weerstand tegen uitknikken van de verharding.



Afzagen en verwijderen van het laatst gestorte gedeelte van een weg in platenbeton



Gedeuvelde dwarse werkvoeg

- Voor doorgaand gewapend beton moet vermeden worden dat beton van de laatste stortfase aan de andere zijde van de dagvoeg terecht komt. Dat gebeurt door middel van een stevig verankerde stalen voegbalk. Hierin worden verticale afsluitplaatjes, tussen de wapeningsstaven, aangebracht die het beton tegenhouden en de verticaliteit van de voeg verzekeren. Bovendien wordt eventueel overtollig beton voorbij de voeg opgevangen door panelen die op de wapening worden gelegd.



Dwarse werkvoeg in DGB (met aandacht voor de verticaliteit van de voeg)



Panelen op het DGB om te vermijden dat vers beton achter de dwarse werkvoeg terecht komt

- De dwarse werkvoegen kunnen zelfs grotendeels vermeden worden als het werk kan opgesplitst worden in grote stortfasen waarbij continu 24/7 gewerkt wordt. In dat geval wordt ook de duur van de werken gereduceerd en is er bijgevolg minder hinder voor de weggebruikers.



2003, A10, Groot-Bijgaarden, continu betonneren, dag en nacht

- Het weinige onderhoud dat betonwegen vergen moet correct en tijdig worden uitgevoerd. Het gaat dan hoofdzakelijk om het onderhoud van de voegvulling van dwarse en langse voegen.



Aanbrengen van warme voegvullingsmassa in een langsvog



Mol, N71, opstuiking ter hoogte van een voorlopige herstelling van een dwarse werkvoeg met asfalt (Foto: AWV)

- Indien er lokaal schade optreedt (gebroken platen, hoekscheuren, punch-out bij doorgaand gewapend beton,...) dient deze zo spoedig mogelijk op een definitieve wijze hersteld te worden. Voorlopige herstellingen met asfalt vormen zwakke plekken omdat ze meer samendrukbaar zijn dan het naastliggende beton en spanningsconcentraties in het resterende beton veroorzaken.
- Eventueel kunnen zwakke einddagvoegen opgespoord worden door middel van ausculatietechnieken (georadar, ultrasone tomograaf,...). Dit maakt preventief optreden mogelijk in kalmere periodes, zodat er zich geen onverwachte opstuiking voordoet.

HERSTELLEN VAN SCHADE DOOR OPSTUIKINGEN

In geval van schade door opstuiking van het beton dient steeds een herstelling over de volledige breedte van de beschadigde betonstrook en over de volledige dikte van de verharding te gebeuren. Het werk bestaat uit het opbreken van de beschadigde zone zonder het aanliggende beton verder te beschadigen, het eventueel herstellen van de fundering en van de voegen met het aanpalende wegdek en het betonneren van de zone, zodat het nieuwe oppervlak zich perfect integreert in het bestaande profiel.

De herstellingswijzen staan grondig beschreven in de drie Belgische typebestekken:

- **BRUSSEL: TB2015** – hoofdstuk L - §1.4 en 1.5 voor platenbeton; geen specificaties beschikbaar voor DGB.
- **VLAANDEREN: SB250** – hoofdstuk 12 - §1.1 voor platenbeton en DGB.
- **WALLONIË: CCT QUALIROUTES** – hoofdstuk M - §2.9 voor DGB en §2.10 voor platenbeton.

Indien het nodig blijkt om de fundering van de te herstellen zone te vervangen, dan is het gebruik van walsbeton hiertoe aanbevolen. Het gaat in principe om de herstelling van korte stukken waarbij het beton niet met een glijbekistingsmachine wordt verwerkt maar tussen vaste bekistingen. In dat geval wordt een trilbalk gebruikt maar worden de randen nog bijkomend verdicht met behulp van trilnaalden.



Verdichting met dubbele trilbalk en trilnaald aan de randen



Oppervlakafwerking door dwars bezemen

De herstellde zone heeft best dezelfde oppervlakttextuur als die van het omgevende wegdek. Het beton wordt onmiddellijk beschermd tegen verdamping met een nabehandelsproduct en met een isolerende beschermingslaag, teneinde de ontwikkeling van de mechanische weerstand te bevorderen door de vrijgekomen hydratiewarmte in het beton te houden.

Het is wenselijk en soms zelfs noodzakelijk om gebruik te maken van snelhardend beton ('ultra fast-track concrete paving'). Daarmee is het mogelijk om het herstellde weggedeelte na 3 dagen of zelfs 24 uur na het storten van het beton opnieuw open te stellen voor het verkeer. De indienststelling van het herstellde wegdek gebeurt nadat de plaats in haar oorspronkelijke staat is hersteld (vulling van de langsvoegen, reiniging,...) en zodra het beton de minimum sterkte bereikt van 40 N/mm² gemeten op boorkernen van 100 cm², of van 35 N/mm² op proefkubussen van geëxpandeerd polystyreen met een zijde van 15 cm, bewaard in bouwplaatsomstandigheden.

Hierna worden nog enkele aandachtspunten aangehaald voor respectievelijk platenbeton en DGB.

PLATENBETON

- In het geval van wegen van modern ontwerp (korte platen) zal de te vervangen zone bij voorkeur de hele plaat omvatten. Gaat het om wegen van oud ontwerp dan kan de zone zich in het midden van een lange plaat bevinden.
- De vervanging moet worden uitgevoerd over de hele breedte en de hele dikte van de betonplaat; de lengte moet minstens 2 m zijn. Bovendien moeten de resterende delen van de plaat nog minstens 2 m lang zijn. De te reconstrueren delen van platen zijn rechthoekig.
- Het opbreken gebeurt met 2 zaagsneden. De platen worden ingezaagd over hun hele dikte en breedte. Bovendien zijn de zaagsneden loodrecht op het oppervlak van het wegdek.
- Al dan niet gedeuvelde dwarsvoegen worden op hun oorspronkelijke plaats hersteld.
- Indien de herstelling gebeurt bij lage omgevingstemperatuur ($< 15^{\circ}\text{C}$) is het aanbevolen om een van de twee dwarse werkvoegen uit te voeren als een uitzettingsvoeg.
- Indien een nieuw herstelbeton en oude platen gescheiden zijn door een overlangse werkvoeg, is het raadzaam om geen verankering aan te brengen. Zodoende worden eventuele secundaire storingen tengevolge van afwijkende spanningen tussen het nieuwe en het oude beton of tengevolge van het belendende verkeer vermeden.
- Indien de naastliggende betonverharding voegen en/of scheuren heeft die niet overeenkomen met de voegen in de herstelde zone, dient een isolatievoeg tussen beide voorzien te worden om sympathiescheuren te vermijden. Dit kan door tussenplaatsing van een schuimband of bitumineus membraan.



Herstellen van platenbeton – gedeuvelde dwarse krimpbuigvoeg (in uitvoering) op een fundering van gezaagd walsbeton

DOORGAAND GEWAPEND BETON

De herstelling van een opstuiking ter hoogte van een dwarse werkvoeg dient over minstens 1 m aan weerszijden van de voeg te gebeuren. De grenzen van de herstelde zone, die steeds rechthoekig is, liggen ook best op minstens 1 m van de volgende dwarse scheur.

Als meer dan één rijstrook gebreken vertoont, moet in opeenvolgende fasen worden gewerkt. Daarbij wordt één strook tegelijk hersteld, zodat de geleidelijke overdracht van de interne spanningen van de structuur van gewapend beton wordt verzekerd. In het geval van een weg met drie rijstroken, kan soms tegelijk aan de twee stroken worden gewerkt.

Bij een herstelling van doorgaand gewapend beton is het cruciaal om de continuïteit van de langswapening opnieuw te realiseren. Hiervoor zijn twee methoden:

1. Inboren en verankeren van nieuwe wapeningsstaven;
2. Vrijmaken van de bestaande wapening.

De tweede methode is weliswaar arbeidsintensiever maar biedt de grootste kans op slagen. Ze kan echter niet toegepast worden wanneer de fundering dient vervangen te worden.

Methode 1: Inboren en verankeren van nieuwe wapeningsstaven

Bij methode 1 wordt het beton ingezaagd over zijn hele dikte (wapeningen inbegrepen). De zaagsneden zijn verticaal en loodrecht op de as van de weg. De afgebakende zone wordt opgebroken door toepassing van een geschikte methode. De aanpalende delen van het wegdek mogen niet worden beschadigd.

In de nieuw gemaakte dwarse voegen worden gaten geboord met behulp van een diamantboor. Met een pneumatische boor riskeert men dat een horizontale scheur ontstaat of zich verderzet ter hoogte van het wapeningsvlak in het DGB. De gaten, waarvan de diameter hoogstens 6 mm groter is dan die van de staven, worden parallel met het oppervlak en met de as van het wegdek geboord tot een diepte van 40 cm, ter hoogte en in de onmiddellijke nabijheid van de aanwezige langswapeningen. De nieuwe wapeningen worden in de geboorde gaten chemisch verankerd.

De overlapping tussen nieuwe langsstaven bedraagt minstens 80 cm. De verbinding met ijzeren binddraad gebeurt op minstens 2 plaatsen. Het niveau van de wapeningen wordt gehandhaafd door een of meerdere dwarsstaven van minimum 12 mm diameter die loodrecht op de as van de weg zijn geplaatst op beugels met passende afmetingen. De maximumafstand tussen dwarsstaven of tussen een dwarsstaaf en de zaagsnedekant van het beton is 75 cm.

Methode 2: Vrijmaken van de bestaande wapening

Bij methode 2 worden twee extra zaagsneden gemaakt met een diepte van 4 tot 7 cm, afhankelijk van de positie van de langswapeningen. Deze zaagsneden mogen in geen geval langswapeningen beschadigen. Ze bevinden zich minstens 1 m voorbij de eerste 2 zaagsneden.

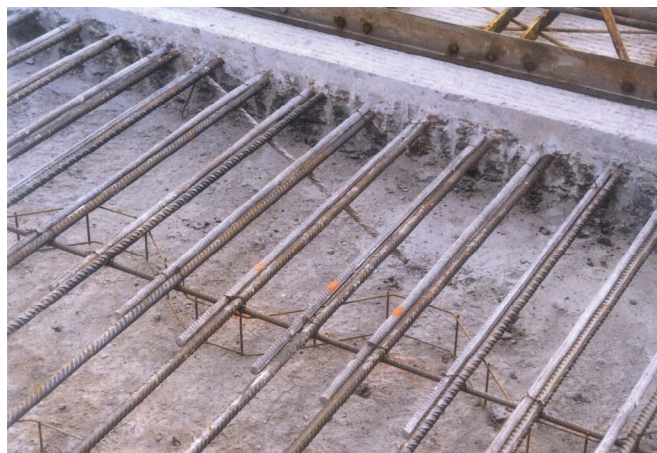
Dankzij deze werkwijze kunnen de bestaande wapeningen bij de opbraak worden blootgelegd. Ter hoogte van het deel waar de bestaande langswapeningen worden gerecupereerd, wordt het beton weggenomen met behulp van pneumatische hamers, zonder deze wapening te beschadigen (ze mag niet worden gebogen,...). Langs de randen van de te herstellen zone wordt het beton verticaal onder de zaagsnede afgeschoten. De nieuwe wapeningen worden met binddraad met de bestaande wapeningen worden verbonden.



Te herstellen vak met zaagsneden op volledige en halve dikte

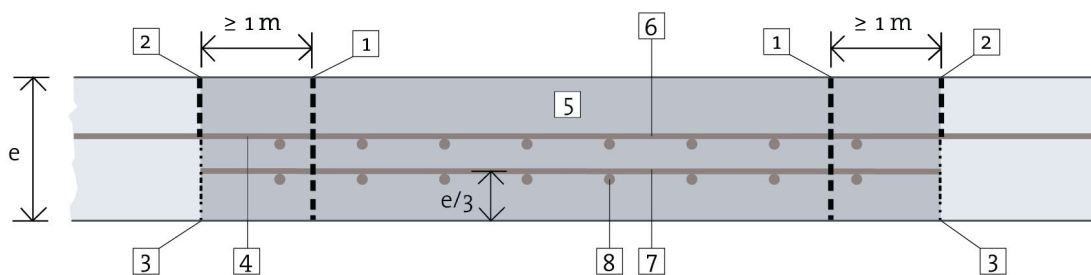


Manuele opbraak in de zone van de behouden wapening



Overlapping van de vrijgemaakte en nieuwe wapening en mooi recht afgeschoten betonrand onder de wapening

De oorspronkelijke wapening wordt hersteld met staven waarvan de diameter minstens gelijk is aan die van de bestaande langswapeningen. Indien de bestaande wapeningen op 1 m lengte afgesneden zijn, worden de nieuwe wapeningen op minstens 2 plaatsen en over een lengte van minstens 80 cm met ijzerdraad met deze laatste verbonden. De wapeningsstaven mogen in geen geval aan elkaar gelast worden. Om de verbinding van het nieuwe beton met het oude beton te versterken, is het raadzaam om de langswapening te verdubbelen door de plaatsing van nieuwe staven of een wapeningsnet in het onderste derde van het wegdek.



- 1 zaagsnede door de volledige dikte van de betonverharding
- 2 ondiepe zaagsnede
- 3 beton onder de wapening uitbreken volgens verticaal vlak
- 4 bestaande wapening vrijmaken over een lengte ≥ 1 m
- 5 beton uitbreken
- 6 nieuwe wapening over een lengte van 1 m verbonden met de bestaande
- 7 bijkomende langswapening op een hoogte van $1/3$ van de dikte van de betonverharding
- 8 dwarswapening

Figuur: herstellen van doorgaand gewapend beton door het vrijmaken van de bestaande wapening

Voor beide methodes

Het aanbrengen van het snelhardende beton moet 's morgens gebeuren, vóór 11 uur. Tegen de eerste krimp van het doorgaand gewapend beton, na de uitvoering van de herstelling (d.w.z. bij de eerste afkoeling van de omgevingstemperatuur – de eerste nacht) moet de trekweerstand van het beton immers voldoende zijn om de trekspanning te kunnen opnemen en te vermijden dat de wapening loskomt en de nieuwe voeg zich opent. Als 's morgens wordt gebetonneerd, heeft het snelhardend beton verscheidene uren om deze weerstand op te bouwen. De druksterkte van beton van 10 uur oud moet 20 N/mm² bedragen.

Als de herstelling moet plaatsvinden tijdens een zeer warme periode ($> 30^{\circ}\text{C}$), is het raadzaam om het aanpalende beton aan beide zijden af te koelen door er over een lengte van 50 m water op te sproeien, om de overlans drukkrachten te beperken. Andere mogelijkheden zijn om deze 50 m aan beide zijden te bedekken met een laag nat zand of met een weerkaatsende folie (verzilverd polyethyleen).



Aanbrengen van isolatieplaten op het herstelbeton met het oog op het behoud van de hydratatiewarmte en een snellere uitharding

Dit bulletin is een publicatie van
FEBELCEM
Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Vorstlaan 68 b11 – 1170 Brussel
tel. 02 645 52 11
www.febelcem.be
info@febelcem.be

Auteur: Ir. L. Rens (FEBELCEM)

Foto's : FEBELCEM (tenzij anders vermeld)

Wettelijk depot:
D/2018/0280/03

V. u.: A. Jasienski

infobeton.be

BIBLIOGRAFIE

1. VERHOEVEN K. Gedrag van doorlopend gewapend beton. OCCN, Brussel, 1992
2. BERNAERTS T.; VALKENBORGH F. Gedrag van betonverhardingen onder invloed van temperatuursvariaties. KULeuven, Campus DE NAYER, Sint-Katelijne-Waver, 2007
3. PLOYAERT C. Herstelling en onderhoud van cementbetonwegen. FEBELCEM, Brussel, 2007
4. VILLARET S.; RIWE A. Berücksichtigung des Längsdehnungsverhalten von Betonfahrbahndecken (Gedrag van betonwegen bij uitzetting in de langsrichting). Forschungskolloquium Betonstraßenbau, Dresden, 2014.
5. RENS L. Wegen en buitenverhardingen in platenbeton. FEBELCEM, Brussel, 2015

