



# HERSTELLING EN ONDERHOUD VAN CEMENTBETONWEGEN



# HERSTELLING EN ONDERHOUD VAN CEMENTBETONWEGEN

*ir. Claude Ployaert*  
*Raadgevend ingenieur*

*Met de medewerking van:*  
*ir. Luc Rens - FEBELCEM*  
*Ing. Paul Van Audenhove - O.C.C.N.*





## VOORWOORD

*De aanleg van wegverhardingen in cementbeton wordt al meer dan honderd jaar toegepast. De lange levensduur van betonwegen hoeft niet meer te worden aangetoond. Talrijke oude wegverhardingen zijn momenteel nog altijd in dienst en bewijzen dat ze, mits goed ontworpen en aangelegd, meer dan 50 jaar kunnen meegaan.*

*Destijds waren de verkeersomstandigheden niet te vergelijken met deze van vandaag. Er waren nog niet veel zware voertuigen en ook op het vlak van comfort, vlakheid en rolgeluid zijn de criteria nogal geëvolueerd. Toch bestaan deze wegen nog en blijven ze de gebruikers trouw goede diensten bewijzen, zonder hun beheerders veel geld te kosten.*

*Ontwerp en uitvoering van betonwegen hebben talrijke technische evoluties ondergaan en de huidige verhardingen bieden nog altijd een buitengewone duurzaamheid maar met een comfort en een veiligheid die voldoen aan de strengste criteria.*

*Omdat beheerders evenwel geacht worden het patrimonium te bewaren en het wegennet te beheren als een goede huisvader, moeten ze almaar meer investeren in onderhoud, reparatie en reconstructie van de bestaande wegen.*

*Dat is de reden waarom het ons interessant leek dit document uit te geven. Het richt zich tot de bouwheren, projectontwerpers en aannemers die betrokken zijn bij het beheer van een betonweg.*

*Naast een beknopte voorstelling van enkele onderhouds- en reparatieprincipes, wordt een grote plaats ingeruimd voor de oorzakelijke relaties tussen de fouten en hun gevolgen. Slechts op basis van dergelijke relaties zal immers een gegronde diagnose van de onregelmatige toestanden en een oordeelkundige keuze van de herstellingstechnieken mogelijk worden.*

*Voor het opstellen van deze gids werd het vademecum RR OCCN 48-1978 als leidraad gebruikt. Dat was afkomstig van een werkgroep « Herstelling en onderhoud van cementbetonwegen » die indertijd werd geleid door ir. R. De Paepe, Secretaris-Generaal van het Ministerie van Openbare Werken en door ir. K. Verhoeven, raadgevend ingenieur aan het Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk en Technisch Onderzoek der Cementnijverheid (O.C.C.N.).*

*Sindsdien zijn er bijna dertig jaar verstreken en een update van de technieken bleek dan ook onoverkomelijk. Dit document vult deze leemte op grond van de opgedane ervaringen op en zal aan de hand van de werven die zich aandienen voort evolueren. Elke suggestie voor verbetering van de inhoud ervan is dan ook welkom.*

*Om te besluiten wensen we ook R. Buys (Robuco) en ir. F. Fuchs te bedanken voor hun hulp en adviezen bij het opstellen van dit document.*



ir. André Jasienski

Directeur  
Promotie, Onderzoek & Ontwikkeling  
FEBELCEM

# INHOUD

<b>INLEIDING</b> .....	1
<b>1. FOUTEN – OORZAKEN – GEVOLGEN</b> .....	3
1.1. Algemeen .....	3
1.2. Ontwerpfouten .....	4
1.2.1. Baanbed en fundering .....	4
1.2.2. Ontwerp van de betonwegdekken .....	5
1.2.3. Voegenpatroon en voegconstructies .....	7
1.3. Uitvoeringsfouten .....	8
1.3.1. Kwaliteit, verdichting en afwerking van het beton .....	8
1.3.2. Gebreken aan de voegen .....	10
1.4. Schade te wijten aan het verkeer .....	12
1.5. Synthese van de soorten schade aan betonwegen .....	12
<b>2. EVALUATIE VAN DE SCHADE EN HERSTELLINGSPRINCIPES</b> .....	15
2.1. Scheurvorming .....	15
2.1.1. Soorten scheuren .....	15
2.1.2. Scheurvorming in wegdekken volgens oud ontwerp .....	16
2.1.3. Scheurvorming in wegdekken volgens modern ontwerp .....	18
2.2. Specifieke schade aan de voegen .....	20
2.3. Lokale schade .....	20
<b>3. ONDERHOUD VAN DE VOEGEN</b> .....	23
3.1. Verlies van waterdichtheid van de voeg .....	23
3.2. Afdichtingsproducten .....	23
3.3. Afmetingen van de sponningen .....	24
3.4. Aanbevelingen voor de uitvoering van de voegvulling .....	25
3.4.1. Voorbereidende werken .....	25
3.4.2. Eigenlijke voegvulling .....	26
3.5. Duurzaamheid van een nieuwe voegvulling .....	26
3.6. Herstellen van de lastoverdracht in een voeg .....	27
<b>4. HERSTELLING VAN GESCHEURDE BETONPLATEN – AFDICHTEN VAN SCHEUREN</b> .....	28
<b>5. VOORLOPIGE HERSTELLINGEN MET BEHULP VAN BITUMINEUZE PRODUCTEN</b> .....	28
<b>6. RECONSTRUCTIE VAN EEN GEDEELTE VAN EEN BETONWEGDEK</b> .....	29
6.1. Vervanging van platen of delen van platen over hun hele dikte .....	29
6.2. Herstelling over de hele dikte van een wegdek uit doorgaand gewapend beton .....	32
6.3. Samenstelling van herstellbeton .....	42
6.3.1. Criteria en mogelijkheden .....	42
6.3.2. Samenstelling van het beton voor herstellingen waarbij de onderbrekingsduur voor het verkeer niet belangrijk is .....	42
6.3.3. Samenstelling van het beton waardoor het verkeer slechts voor heel korte duur hoeft te worden onderbroken .....	42
6.4. Vervanging en/of versterking van de fundering met behulp van walsbeton .....	47
<b>7. HERSTELLING VAN AF- EN UITBROKKELINGEN</b> .....	49
<b>8. HERSTELLING VAN AFSCHILFERINGEN</b> .....	50

<b>9. HERSTELLING VAN DE VLAKHEID</b> .....	51
9.1 Wegnemen van de oneffenheden van het profiel .....	51
9.2 Oppersing of stabilisatie van de verzakte zones .....	51
<b>10. HERSTELLING VAN DE OPPERVLAKTUUR</b> .....	53
10.1 Ruwheid en stroefheid .....	53
10.2 Rolgeluid en textuur van het oppervlak .....	54
10.3 De oppervlakbehandelingen .....	55
10.3.1 Oppervlakbehandeling door afslijpen met diamantschijven (microgroeven) .....	55
10.3.2 Oppervlakbehandeling door frezen .....	56
10.3.3 Oppervlakbehandeling door hameren .....	56
10.3.4 Oppervlakbehandeling door gritstralen .....	56
<b>11. DE RENOVATIE VAN EEN OUDE BETONWEG</b> .....	57
11.1 Problematiek .....	57
11.2 De reconstructie van reeksen platen .....	57
11.3 Overlaging of algemene heraanleg? .....	59
11.4 Overlaging met een verharding van cementbeton .....	60
11.5 Overlaging met een verharding van asfalt .....	60
11.6 Inlay van een wegdek in cementbeton .....	62
<b>CONCLUSIES</b> .....	63
Bibliografie .....	65



De bescherming tegen uitdroging van het beton onmiddellijk na het storten is een cruciale fase in de aanleg van een wegdek in cementbeton

## INLEIDING

*Eén van de doorslaggevende voordelen van cementbetonwegen is ongetwijfeld hun duurzaamheid en het beperkte onderhoud dat ze vereisen, echter op voorwaarde dat ze goed ontworpen en goed aangelegd zijn. Omgekeerd kunnen ontwerp- of uitvoeringsfouten soms heel snel leiden tot grote schade die dan met hoge kosten moet worden hersteld.*

*Twee elementen zijn dus onmisbaar voor een geslaagde betonweg: de ontwerpkwaliteit en de uitvoeringskwaliteit. In een tijd die kwaliteit hoog in het vaandel draagt, mogen deze twee aspecten in geen geval worden verwaarloosd.*

*De unaniem erkende reputatie van duurzaamheid van betonstructuren mag de beheerder echter niet doen vergeten dat het in stand houden van een hoge kwaliteit van dienstverlening op lange termijn ook afhankelijk is van de zorg waarmee het onderhoud, hoe klein ook, zal worden uitgevoerd. De eerste aanwijzingen van slijtage en vermoeidheid ontdekken en te gepasten tijde onderhoudstechnieken toepassen die zijn aangepast aan de ernst en de evolutiesnelheid van het gebrek, zijn hoe dan ook altijd heel nuttig, ook voor wegen met weinig verkeer. Elke vorm van verwaarlozing kan uitmonden in kleinere of grotere beschadigingen die slechts kunnen worden verholpen door middel van relatief kostelijke ingrepen.*

*Een doeltreffende en geplande coördinatie van de verschillende levensfasen van elk wegenproject is dan ook van cruciaal belang, aangezien die stadia (ontwerp, dimensionering, aanleg, controle, onderhoud en herstelling) onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn en stuk voor stuk hun belang hebben. Dit is overigens waar voor elk type wegnnet (autosnelwegen, regionale, gemeentelijke of landelijke wegen) die elk hun eigen problemen stellen, op het vlak van verkeersdichtheid, snelheid, veiligheid, comfort, kosten voor aanleg, onderhoud en herstelling. Dat laatste element vormt de kern van deze publicatie, die gewijd is aan het onderhoud en aan de herstellingen van de betonwegen.*

*De dwarsscheur vormde het meest voorkomende gebrek in een oud betonwegdek. Sinds het invoeren, nu bijna veertig jaar geleden, van het moderne ontwerp, dat wil zeggen een sterke inkorting van de lengte van de platen, is dit gebrek bijna volledig verdwenen. Het is waar dat de voegen talrijker zijn geworden, maar de problemen die ze stellen werden in grote mate vereenvoudigd door de vermindering van de hygrothermische bewegingen van de platen. De afdichtingsmaterialen worden dan ook minder belast en hun onderhoud is eenvoudiger. De problemen gesteld door de voegen kunnen bij belangrijke wegen overigens volledig worden weggenomen, door gebruik te maken van doorgaand gewapend beton.*

*Voor deze moderne typen wegdek stelt het probleem van de herstellingen zich haast niet meer, op voorwaarde dat de uitvoering en het onderhoud op ernstige wijze en volgens de regels van de kunst worden uitgevoerd. De sporadische herstellingen die eventueel nog nodig zullen zijn, blijven beperkt tot ingrepen die, als ze tijdig en oordeelkundig worden uitgevoerd, slechts van beperkte omvang zullen zijn.*

*De situatie is echter heel anders voor oudere wegen die werden aangelegd volgens verouderde principes en die, aangezien ze niet voor het huidige verkeer werden ontworpen, niet langer voldoen aan de comfortnormen vereist door de hedendaagse weggebruikers. Deze wegverhardingen hebben vaak dringende herstellingen nodig: herstelling van beschadigingen aan de voegen, stabilisering of oppersing door injectie van een dunne mortel op basis van cement of van bars onder het wegdek, verbetering van de oppervlakkenmerken, algemene renovatie van een volledig weggedeelte.*

*Het spreekt voor zich dat de hierna beschreven herstellingsprincipes en -technieken geen universele oplossingen vormen. Elk weggedeelte heeft zijn eigen kenmerken, afhankelijk van het type verkeer dat het moet opvangen, van de wijze waarop het aangelegd werd en van het klimaat, zodanig dat elke vergelijking met de nodige omzichtigheid gehanteerd moet worden.*





# 1. FOUTEN – OORZAKEN - GEVOLGEN

## 1.1 ALGEMEEN

De belangrijkste factoren die het gedrag van een weg beïnvloeden zijn: het ontwerp inclusief de drainering, de uitvoering, het verkeer, het onderhoud, de herstellingen.

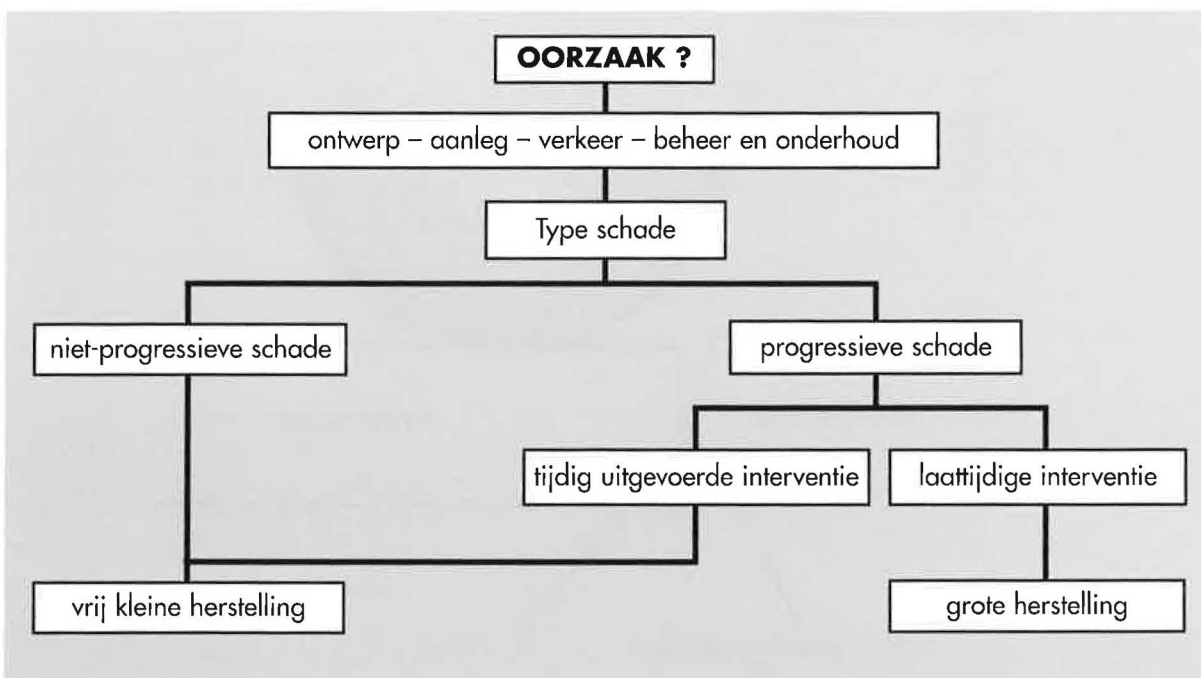
De drainering probeert de kwaliteiten van het baanbed constant te houden door de hydrologische kenmerken van de funderingsgrond te regelen. Om efficiënt te zijn, moet de drainerende laag dus een voldoende dikte hebben. Ze heeft tot doel te voorkomen dat een verhoging van het watergehalte het draagvermogen van het baanbed vermindert en permanente vervormingen veroorzaakt die schadelijk zijn voor het goede gedrag van het wegdek. Ze moet de bodem ook beschermen tegen de inwerking van de vorst.

De ontwerpfouten betreffende de structuur van het baanlichaam (fundering, dikte van het wegdek) vallen buiten het bestek van deze brochure. De schade die daaruit voortvloeit, is van die aard dat het oplossen ervan eigenlijk niet meer tot het domein van de herstellingen behoort. Dus moet ofwel het betreffende stuk weg worden afgebroken, ofwel moet aan het ondergedimensioneerde wegdek de rol worden toebedeeld van basislaag voor een nieuw wegdek in beton.

De gevolgen van minder ernstige ontwerpfouten, die bijvoorbeeld betrekking hebben op de voegpatronen en het type voeg of van uitvoeringsfouten te wijten aan onwetendheid of nalatigheid, kunnen zich snel manifesteren. De gevolgen van de dagelijkse welbewegingen, de uitzetting en krimp van thermische oorsprong en de vereiste frequentie van de onderhoudsbeurten bepalen overigens de parameters van het project, waarmee zorgvuldig rekening moet worden gehouden. Aanvankelijk goedaardige gebreken kunnen onder de gezamenlijke invloed van het verkeer en van de atmosferische omstandigheden evolueren naar een ernstigere situatie die dan een ingrijpende tussenkomst vereist. Men moet dus duidelijk die soorten van gebreken kunnen onderscheiden die schade van progressieve aard kunnen veroorzaken.

De levensduur van de weg komt dan wel niet in gevaar bij schade die niet verder evolueert (windbarsten, haarscheurtjes, onvolkomenheden in het profiel). Wel kunnen het comfort, de esthetiek en zelfs de veiligheid erdoor worden beïnvloed (afschilferingen, stroefheid enz.). Als anderzijds de schade nog kan evolueren, vormen doordacht uitgevoerde kleine onderhoudsverrichtingen vaak een goedkoop middel om zonder merkbare hinder voor het verkeer erger te voorkomen.

Er moet dus snel een diagnose gemaakt worden van de gebreken en deze moeten in verband worden gebracht met alle beschikbare informatie over het betreffende stuk weg. Met al die gegevens in de hand is het vaak mogelijk een oorzakelijk verband te leggen tussen de beschadigingen en de fouten die er aan de basis van liggen. Pas dan zullen duurzame herstellingen mogelijk zijn. Het onderstaande schema illustreert de te volgen werkwijze.



## 1.2 ONTWERPFOUTEN

### 1.2.1 BAANBED EN FUNDERING

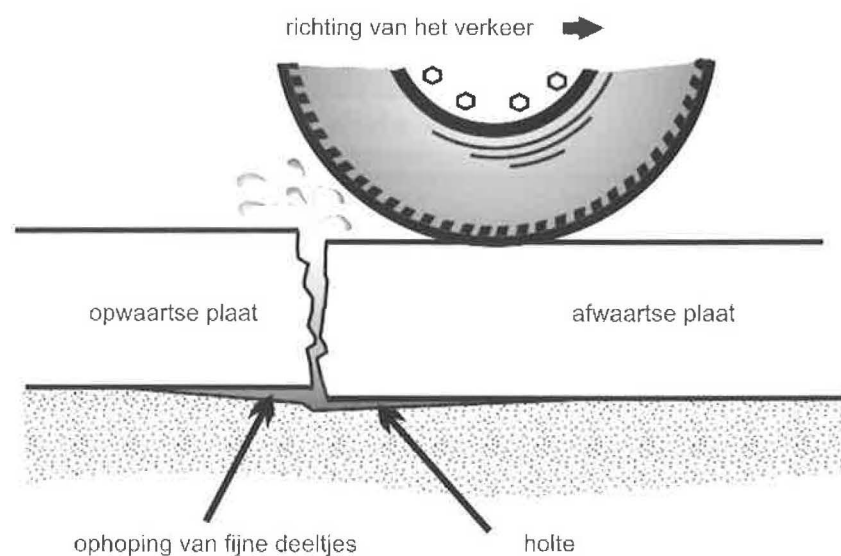
Overdreven spanningen en scheuren kunnen zich voordoen als het wegdek te dun is in verhouding tot de kwaliteit van de onderlagen, als de rijweg onvoldoende breed is en aldus de spanning aan de randen van de platen vergroot, in gevolge een onvoorziene toename van het verkeer of nog als de kenmerken van de funderingslaag niet verenigbaar zijn met die van de bodem. In dat geval treden in het wegdek talrijke wilde scheuren op waarvan de herstelling zelfs niet kan worden overwogen. Mits bepaalde voorzorgen is de uitvoering van een overlaging in dit geval de enig mogelijke oplossing. De keuze en de aanleg van de fundering vereisen dus een heel bijzondere aandacht. Niet gebonden funderingen moeten perfect worden verdicht. Gebonden funderingen die absoluut de voorkeur genieten, omwille van hun grote bestandheid tegen eventuele pompverschijnselen, moeten goed gedimensioneerd zijn en bestand tegen de gevolgen van erosie.

Gelijkmatige kleine en grotere zettingen kunnen zich steeds voordoen. Ze betekenen zelden een gevaar voor het gedrag van de weg omdat het plaateffect de lasten verdeelt terwijl de lastoverdracht in de voegen het opvangen van de zetting vergemakkelijkt.

Ongelijke zettingen kunnen zich voordoen ingevolge een onvoldoende verdichting van de bodem of van de fundering en bij heterogene terreinen met weinig weerstand. Er is alle reden om het afdichtingssysteem van de voegen in goede staat te houden. De injectie van een dunne cementmortel onder de verharding maakt het mogelijk niveauverschillen op te vangen, op voorwaarde dat tijdig wordt ingegrepen. Plaatselijk uitvlakken met asfaltmengsels vormt een heel eenvoudige oplossing, die echter niet erg duurzaam is, omwille van de bewegingen van de platen. Een verharding in doorgaand gewapend beton biedt de ideale oplossing voor deze zettingsproblemen op belangrijke wegen.

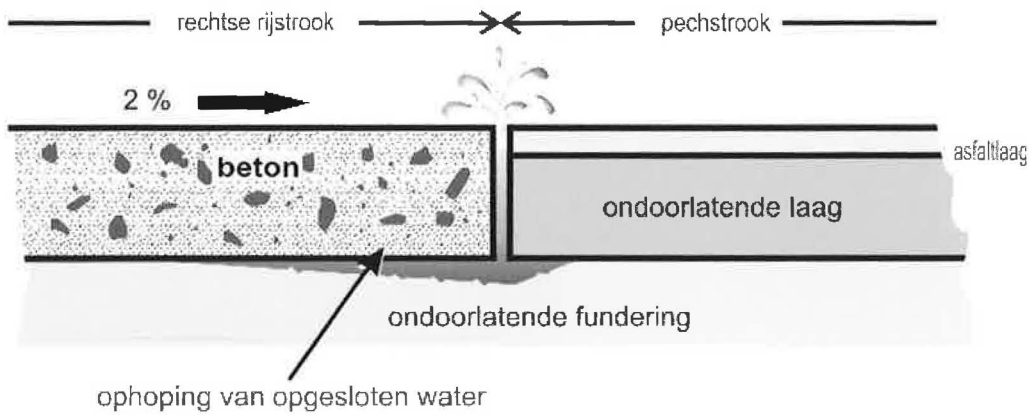
Ook pompverschijnselen kunnen zich voordoen. Ze zijn het gevolg van het ontbreken van lastoverdracht in de dwarsvoegen, van de aard en de (slechte) kwaliteit (onder andere erosiegevoeligheid) van de onderliggende laag en van de aanwezigheid van water onder de plaat. Dit pompen wordt veroorzaakt door het dynamische effect te wijten aan het overrijden van de assen over de dwarsvoegen; bij elke overrijding van een aslast worden water en fijne korrels die zich onder de plaat bevinden uitgedreven via een voeg, een scheur, een hoek of een rand van de plaat (afb. 1 en 2). Het uiteinde stroomopwaarts van de plaat wordt aldus geleidelijk ondergraven. Er ontstaan niveauverschillen en bijkomende scheuren worden gevormd ingevolge de onvoldoende ondersteuning van de plaat.

Pompen vormt een van de belangrijkste oorzaken van secundaire schade (afbrokkelingen, bijkomende scheuren op 1 of 2 meter van de voeg, fragmentering enz.). De wegen van een ouder ontwerp, aangelegd zonder fundering, met uitzetvoegen zonder deuvels, hebben het meest te lijden onder dit gebrek. Aldus is er tegenwoordig reden om steeds een doeltreffende lastoverdracht in de dwarsvoegen te garanderen, behalve voor landbouwwegen onderworpen aan zwaar, maar weinig intens verkeer en waarbij het lawaai veroorzaakt door pompen of een beperkt kloppen van de platen niet hinderlijk is.



Afb. 1 – Pompen ter hoogte van een dwarsvoeg en trapvorming

Een behoorlijk onderhoud van de voegafdichting, regelmatig en tijdig uitgevoerd, kan heel doeltreffend blijken tegen het pompen. Daarbij mag ook de voegvulling aan de overlangse randen van de platen niet vergeten worden (afb. 2). In ernstige gevallen kunnen de platen gestabiliseerd worden en niveaoverschillen weggewerkt worden door injectie van een dunne mortel op cement- of kunstharsbasis. Het is ook zinvol om de wegrandmarkering steeds binnen de betonnen verharding aan te brengen, om het zware verkeer van de plaatrand weg te houden.



Afb. 2 – Pompen langs de langse betonrand

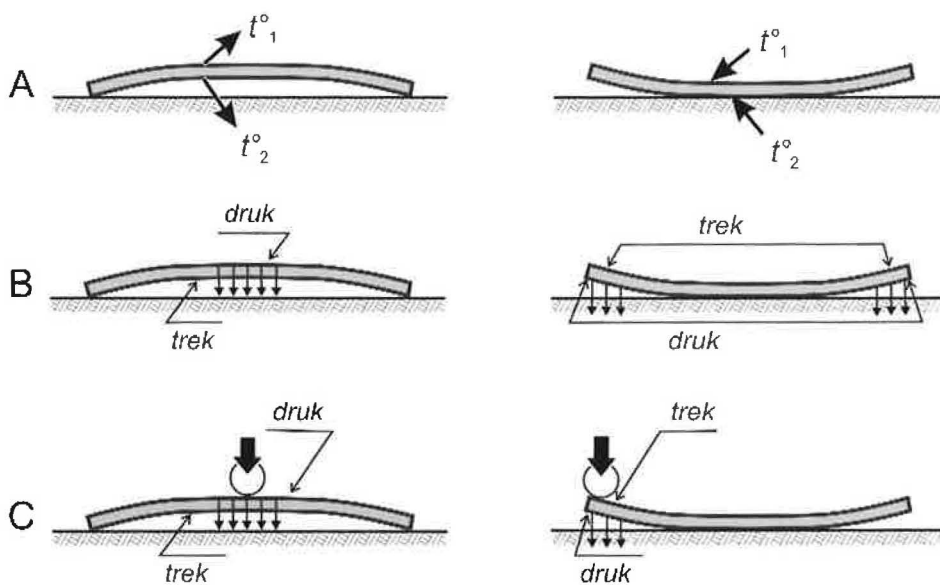
### 1.2.2 ONTWERP VAN DE BETONWEGDEKKEN

Vroeger en tot in de jaren zestig werden de verhardingen uitgevoerd volgens een voorbijgestreefd concept, in het bijzonder op het secundaire maar ook op het primaire wegennet. Deze verhardingen bestonden uit relatief lange platen van 10 tot 15 meter, gescheiden door uitzetvoegen zonder deuvels, geplaatst op een niet gebonden fundering. Dit concept veroorzaakte op min of meer korte termijn bepaalde gebreken die verantwoordelijk zijn voor de soms slechte reputatie van dit type wegen, meer bepaald inzake comfort en vlakheid:

- scheuren in het centrale gedeelte van de platen door de gecombineerde actie van de thermische belasting en van de belastingen te wijten aan het verkeer (afb. 3);
- opstuiken van platen door knik in periodes van grote hitte (afb. 4).

Opwarming overdag  $t^{\circ}_1 > t^{\circ}_2$

Afkoeling tijdens de nacht  $t^{\circ}_1 < t^{\circ}_2$



Afb. 3 – Gecombineerde actie van de thermische belastingen en van de belastingen te wijten aan het eigengewicht en aan het verkeer



*Afb. 4 - Opstuiken van platen door knik in periodes van grote hitte*

Tegenwoordig heeft het ontwerp van betonwegen het mogelijk gemaakt dit type gebrek grotendeels te verhelpen. Voor rijwegen in ongewapende betonplaten:

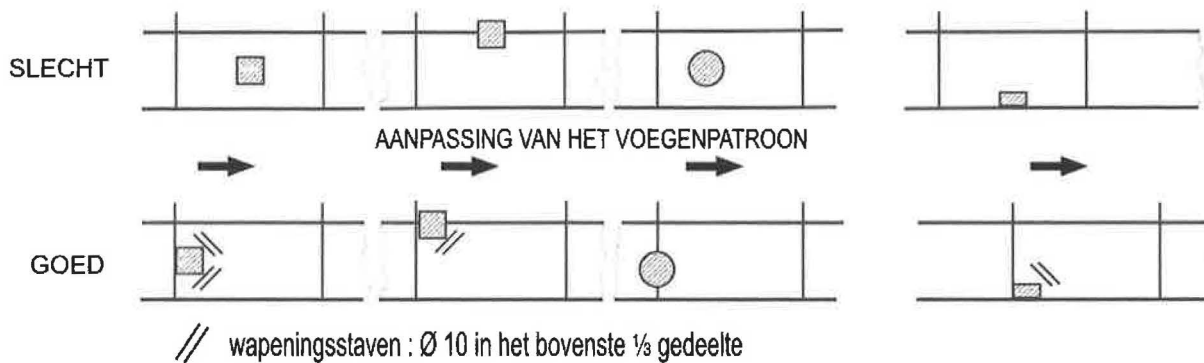
- de nagenoeg veralgemeende afschaffing van de uitzetvoegen ten voordele van krimpvoegen en de verkorting van de platen tot maximum 5 meter;
- vanaf een bepaalde verkeersintensiteit de toepassing van gebonden, niet-erosiegevoelige funderingen en de plaatsing van voorzieningen voor lastoverdracht door gedeuvelde dwarsvoegen en verankering van de langse buigvoegen.

Bij de wegen met intensief verkeer, de autosnelwegen en de belangrijke gewestwegen, werd in België sinds het begin van de jaren '70 volop gebruik gemaakt van verhardingen in doorgaand gewapend beton. Deze techniek waarvan het doel is de krimpscheurvorming te beheersen door toevoeging van een langswapening heeft het mogelijk gemaakt de krimpvoegen af te schaffen. Het wapeningspercentage wordt zodanig berekend dat de dwarse krimpscheuren op homogene wijze worden verdeeld en hun opening steeds kleiner blijft dan 0,3 mm. Momenteel en op basis van de ervaring is het aan te raden een staalpercentage van minimum 0,75% van de doorsnede van het beton te voorzien.

### 1.2.3 VOEGENPATROON EN VOEGCONSTRUCTIES

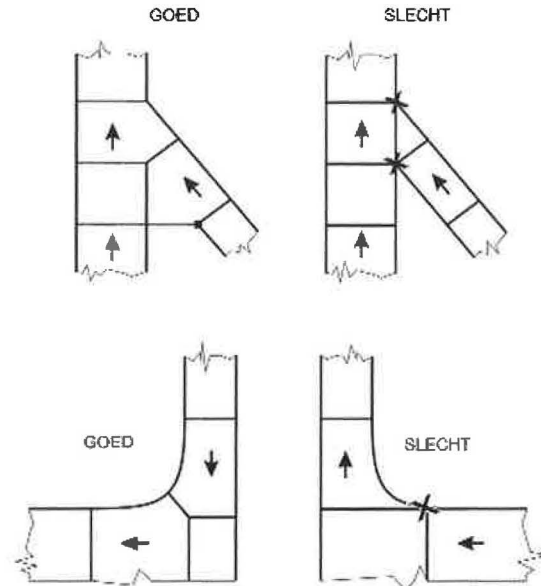
De soorten schade die tot deze categorie behoren kunnen als volgt worden ingedeeld:

- Scheuren veroorzaakt door de aanwezigheid van een vreemd element in de weg (riooldeksel, straatkolk enz.). De oorzaak hiervan is vaak de grote sectievermindering die dit element veroorzaakt in de dwarsdoorsnede van de plaat en die spanningsconcentraties veroorzaakt waar dit vaste element dan de vrije krimp van de plaat belet (verhinderde krimp). De oplossing voor dit probleem is eenvoudig (afb. 5): het volstaat om de versturende elementen op het uiteinde van de plaat te lokaliseren. Eventuele scheurvorming kan ook tegengegaan worden door enkele wapeningsstaven langs de omtrek van het vreemde element te voorzien en het element te omgeven met een samendrukbare voegvulling.



Afb. 5 – Voegenpatroon rond vaste obstakels

- Scheuren veroorzaakt door het feit dat de platen geen vierkante of rechthoekige vormen hebben (met een maatverhouding tussen de lengte en de breedte tussen 1 en 1,5). De oorzaak hier zit in de kwetsbaarheid van de scherpe hoeken onder verkeer (afb. 6).



Afb. 6 – Krimpvoegen in een correct en niet-correct patroon

- Opstuwung van een soepel wegdek aan de overgang met een betonverharding, wanneer daar geen uitzetvoegen of verankeringen voorzien werden.
- Centrifugaal effect in scherpe bochten, door de afwezigheid van uitzetvoegen bij de in- en uitgang ervan. Het gebruik van twee of drie uitzetvoegen (met een 2 cm dikke voegplaat) bij het begin en einde van dergelijke bochten biedt een oplossing voor dit probleem.



## 1.3 UITVOERINGSFOUTEN

### 1.3.1 KWALITEIT, VERDICHTING EN AFWERKING VAN HET BETON

Een slechte kwaliteit van het beton is dikwijls toe te schrijven aan een te hoge W/C- of water/cement-factor die in het algemeen te wijten is aan een slechte korrelopbouw, een overdosering aan zand, overdreven verwerkbaarheid, een te laag cementgehalte of een ondoeltreffende verdichting. Bij de verwerking van het beton wordt dan een wateroverschot aan het oppervlak van het wegdek gebracht, waarvan de poreusheid groter is dan in de massa. Dit levert het gevaar op van een algemene, min of meer diepe afschilfering, de vorming van krimp-scheuren, afbrokkelingen aan de randen van de platen, een onvoldoende weerstand, enz.



Afb. 7 – Uitzakkingen van de plaatrand door het uitzweten van het beton in verse toestand

Andere mogelijke oorzaken van een slechte betonkwaliteit kunnen nog worden aangehaald: een hoog gehalte aan fijne deeltjes in de granulaten, het gebruik van zand met een slechte korrelgrootte (fijn zand – te lage fijnheidsmodulus of breekzand – vorm van de korrels), de aanwezigheid van verontreinigingen in de granulaten, het gebruik van platte stenen, segregatie of uitdroging tijdens het transport, enz.

Bijzondere aandacht moet worden besteed aan de bescherming van het verse beton op het moment van de afwerking van het wegoppervlak.

- Tijdige en voldoende besproeiing met een nabehandelsproduct (curing compound) van goede kwaliteit is uiterst belangrijk om het verschijnen van krimp-scheuren, windbarsten en een sterke vermindering van de betonkwaliteit aan het oppervlak te voorkomen (afb. 8). Een andere mogelijkheid is de plaatsing van een plastic membraan.
- Het verse beton moet worden afgedekt tegen regenval om zijn oppervlakttextuur te beschermen. Bovendien kan hevige regen uitzakkingen veroorzaken van de zijanten van het met glijbekisting geplaatste beton.

De inwerking van dooizouten kan afschilfering veroorzaken, in mindere of meerdere mate, als het beton poreus is aan het oppervlak, ten gevolge van een gebrek aan bescherming, het gebruik van te veel aanmaakwater, het besproeien van het oppervlak van het verse beton, herbepleisteren van kleine zones (vooral bij de voegen) door middel van mortelpap (afb. 9). In het algemeen moeten oppervlakkige nabepreisteringen met water of mortel, bestemd om uitvoeringsgebreken te verbergen, ten strengste worden verboden!



Afb. 8 – Krimp-scheuren in de plastische fase ten gevolge van een ondoeltreffende bescherming van het beton tegen uitdroging



*Afb. 9 – Lokale schade van het beton ten gevolge van het handmatig bijwerken ervan. Let ook op het foute voegenpatroon ten opzichte van het vast element*



Bevriezing van nog niet verhard beton kan ook een sterke invloed op de betonkwaliteit hebben. Zuiver en vrij water bevriest bij 0°C, met een volumeverhoging van 9 %. Net zoals leidingen door de uitzetting van hun inhoud barsten onder invloed van de vorst, wordt beton vernield door de volumevermeerdering van het bevroren water. Twee gevallen kunnen worden onderscheiden:

- Als het water bevriest, terwijl het beton nog niet uitgehard is (vers beton), kan de uitzetting gemakkelijk worden opgevangen door het nog plastische beton. In dat geval stijgt het beton uit tot boven de bekisting en de kwaliteit van het beton na verharding zal heel slecht zijn, omdat het beton onvoldoende werd aangedrukt (verdicht);
- Als water bevriest terwijl het beton is verhard maar nog heel jong is, dan is de opgebouwde weerstand te laag om ervoor te zorgen dat het beton de trekspanningen kan opvangen die veroorzaakt worden door de zich vormende bevriezing en het temperatuurverschil tussen het oppervlak en het binnengedeelte. Het oppervlak zal onvermijdelijk afschilferen (afb. 10).



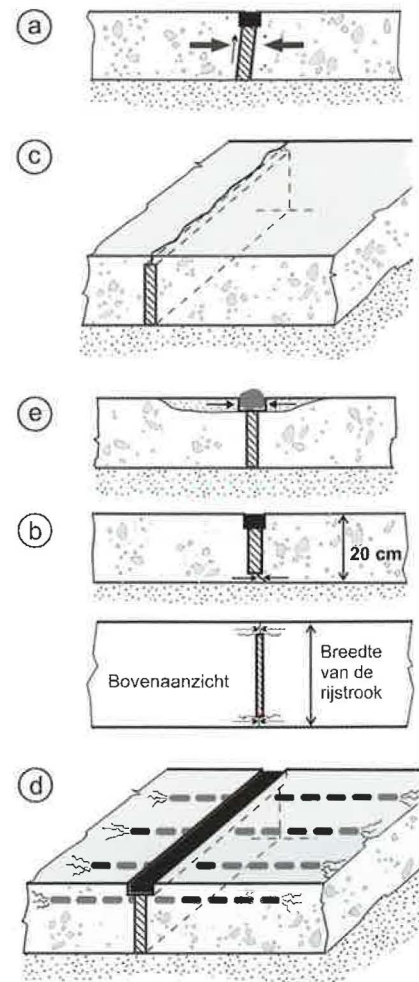
*Afb. 10 – Watergreppel waarvan het beton bevroren is in verse toestand en een kern ontnomen uit deze watergoot: onherstelbare schade*



### 1.3.2 GEBREKEN AAN DE VOEGEN

De hieronder opgesomde schadeverschijnselen hebben rechtstreeks te maken met de constructie van de voegen. Ook de schade ten gevolge van een laattijdig of ondoeltreffend onderhoud van de voegen is hier ondergebracht.

- Uitzetvoegen: alleen al door hun ontwerp kunnen deze voegen de oorzaak vormen van talrijke beschadigingen:
  - opstuwing van een plaat, ten gevolge van een schuine stand van de voegplaat. Het aanbrengen van deuvels is steeds noodzakelijk, zelfs op wegen met weinig verkeer (afb. 11a);
  - afsplijten of verbrijzelen van het beton rondom de voeg, doordat de voegplaat niet aansluit op de bekisting of de onderliggende laag (afb. 11b en 12);
  - vorming van onregelmatige scheuren boven de voegplaat als geen voegkappen werden gebruikt (afb. 11c) of als de sponning niet tijdig werd gezaagd of uitgeslepen;
  - vorming van scheuren in het beton aan het uiteinde van de deuvels, als deze niet voorzien zijn van ingevette uitzettingsdoppen (afb. 11d);
  - blokkering van de voegbewegingen als de deuvels niet correct zijn geplaatst;
  - afschilferen van de randen van de voeg door de aanwezigheid van harde lichamen in de voegsponning, als het onderhoud te wensen overlaat (afb. 11e);
  - verbrijzeling van de voegranden of uitpersen van de voegspecie, indien de sponning te smal is.



Afb. 11 – Mogelijke schade door uitzetvoegen

- Krimpvoegen: door het ontwerp zelf en de gemechaniseerde uitvoering van dit type voeg, komen typische fouten nagenoeg niet meer voor. De fouten die ondanks alles soms nog optreden hebben de volgende mogelijke oorzaken:
  - verbrijzeling van de voegranden door een vroegtijdig uitzagen (beton nog te vers);
  - laattijdig uitzagen van de scheuraanzet;
  - niet diep genoeg uitzagen (het valt aan te raden minstens 1/3 van de dikte van de plaat uit te zagen);
  - in geval van niet uitgezaagde voegen, slordig afvlakken van de voeglippen op de plaats waar de voegstrip in het verse beton werd gedreven of niet diep genoeg ingedreven voegstrip;
  - voeg die niet werkt als gevolg van het gebruik van niet ingestreken deuvels of een niet correcte stand (afb. 13).



Afb. 12 – Afsplijten van het beton ter hoogte van een uitzetvoeg doordat de voegplaat niet tot de rand van de verharding reikt



Afb. 13 – Scheurvorming door het blokkeren van de voeg ingevolge slecht geplaatste deuwels of laattijdig zagen



- Werkvoegen (eindedagvoegen): op het einde van de werkdag of bij aansluitingen op betonering wordt de zorg vaak verwaarloosd, terwijl de goede afwerking net dan zo belangrijk is. Als de glijbekistingsmachine niet voor de verdichting en de afwerking van het beton kan zorgen, komt het voor dat onoordeelkundig mortel wordt gebruikt om het oppervlak af te werken of beton dat niet correct is verdicht door middel van trilnaalden. Opstuiken en verbrijzelen van voegranden zullen dan spoedig optreden onder invloed van de onvermijdelijke uitzettingsbewegingen, ongeacht of het om een wegdek in al dan niet doorgaand gewapend beton gaat (afb. 14).

Afb. 14 – Schade aan een eindedagvoeg



- Langsvoegen: Het is in de eerste plaats van belang om een onderscheid te maken tussen de langse buigvoegen uitgevoerd tussen gelijktijdig gebetonneerde aangrenzende stroken en de langse werkvoegen tussen achtereenvolgens gebetonneerde belendende stroken. Deze laatste zijn delicaat bij de aanleg en dus zwakker, waardoor gebreken er vaker voorkomen. Een opening van de langsvoeg, dat wil zeggen een scheiding van de aangrenzende baanvakken, kan worden waargenomen bij het ontbreken van verankeringsstaven, corrosie van deze staven, een slechte verankering of doorknippen van de ankerstaven. De langsvoegen die zich in de rijsporen van het verkeer of in scherpe bochten bevinden zijn heel gevoelig voor dit verschijnsel (afb. 15). In geval van verhardingen in doorgaand gewapend beton, worden soms plaatselijke scheuren waargenomen langsheen een voeg als gevolg van corrosie van de nabijgelegen langswapening (afb. 16). Dat gebeurt gelukkig pas na talrijke dienstjaren en vindt zijn oorsprong vooral in een gebrek aan onderhoud van de afdichting van de voeg.



Afb. 15 – Openstaande langsvoeg



Afb. 16 – Uitbrokkeling langsheen een langsvoeg

## 1.4. SCHADE TE WIJTEN AAN HET VERKEER

Grote schade (plaatbreuk) kan worden veroorzaakt aan lokale wegen, indien er zwaar en intens verkeer wordt omgeleid, waarvoor die verharding niet was ontworpen.

Overigens kan het oppervlak als gevolg van druk verkeer glad, gepolijst en glanzend overkomen, als het beton polijstbare materialen bevat (kalksteenslag).

## 1.5. SYNTHESE VAN DE SOORTEN SCHADE AAN BETONWEGEN

Tabellen 1 tot 4 hieronder geven een algemeen overzicht van de oorzakelijke verbanden aan de basis van de zwaarste soorten schade die zich kan voordoen bij betonwegen.

Tabel 1 – Mogelijke beschadigingen als gevolg van ontwerpfouten

ONTWERP	
Oorzaken	Gevolgen
Geen of onvoldoende fundering en/of te kleine dikte van de plaat	Afbrekende plaathoeken Veralgemeende scheurvorming en fragmentatie
Onvoldoende fundering en/of zetting van de ondergrond (eventueel verergerd door het ontbreken van lastoverdracht)	Differentiële of veralgemeende zetting van het wegvak, gepaard met een algemene scheurvorming
Ongebonden fundering (en ontbreken van deuvels en slechte afdichting van de voeg)	Pompen en dan verschijnen van secundaire scheuren
Onvoldoende drainering, waterophoping onder de plaat	Pompen aan de plaatranden van de platen, denivellaties, verzakking van de plaathoeken, punch-out
Ongeschikte plaatlengte	Dwarsscheuren
Afwezigheid van verankering in de langvoeg	Opening van de langvoeg

Tabel 2 – Mogelijke beschadigingen als gevolg van uitvoeringsfouten

UITVOERING	
Oorzaken	Gevolgen
Slechte betonkwaliteit en/of slechte verwerkbaarheid Onvoldoende verdichting Overmaat mortel	Grindnesten en/of uitbrokkelen van het beton Slecht afgesloten oppervlak Afschilferen
Onvoldoende verdichting van de aanaarding	Plaatselijke zettingen Scheuring van de vlotplaten
Ontbreken van doeltreffende bescherming van het verse beton	<b>Krimpscheuren</b> <b>Veralgemeende</b> of plaatselijke afschilfering (gevoeligheid voor dooizouten)
Ontbreken van bescherming tegen regen en nachtelijke afkoeling (eventueel vorst) Betonnering tijdens hittedagen	Uitwassen van het beton, onvoldoende oppervlakttextuur (stroefheid), afschilferen Krimpscheuren
Slordige afwerking	Oneffenheden
Onvoldoende afwerking van de voegen Slecht geplaatste deuvels Geschrante voegen	Afschilferingen en uitbrokkelen van de voegranden Dwarsscheuren – niet werkende voegen Sympathiescheuren
Laattijdig uitzagen van de scheuraanzet Te ondiepe aanzet van de dwars- of langvoeg	Dwars- of langsscheuren
Onvoldoende breedte van de voegspanning	Uitdrijving van het afdichtingsmateriaal – insijpeling van water
Gebrek aan afdichting van de voegen (afdichtingsmateriaal, opvulling)	Afschilfering van de voegranden – insijpeling van water onder de plaat
Onvoldoende of onregelmatige oppervlakttextuur	Gebrek aan stroefheid Hinderlijk lawaainiveau





Latijnensquare, 1938

Betonverhardingen in de Boondaalwijk te Elsene die na 70 jaar nog steeds in dienst zijn.  
(Foto's: juli 2006)



Egyptenarenstraat, 1935

**Tabel 3 – Mogelijke beschadigingen als gevolg van het verkeer**

VERKEER	
Oorzaken	Gevolgen
Te snelle indienststelling van het wegdek (vaak werfverkeer)	Dwars- en hoekscheuren
Omleiding op minder belangrijke wegen	Wilde scheurvorming Instabiliteit en zetting van de platen

**Tabel 4 – Mogelijke beschadigingen als gevolg van onderhoudsfouten**

ONDERHOUD	
Oorzaken	Gevolgen
Ontbreken van of onvoldoende onderhoud van de voegvulling	Insijpeling van water en pompen Vorming van secundaire scheuren Afschilferen van de voegranden
Laattijdige herstelling van kleine beschadigingen van de voegranden	Geleidelijke evolutie van de beschadigingen tot de vorming van schade die grote herstellingen vereist



Verzorgde uitvoering van een einddagvoeg in het geval van een verharding in gedevelde betonplaten



## 2. EVALUATIE VAN DE SCHADE EN HERSTELLINGSPRINCIPES

In de vorige hoofdstukken werden de oorzaken opgesomd van mogelijke beschadigingen aan betonverhardingen en de middelen om die te vermijden. Daartoe zijn een nauwkeurige kennis van het gedrag van de weg, een aangepast ontwerp en een zorgvuldige aanleg vereist.

In dit hoofdstuk worden deze elementen gebruikt als basisgegevens bij het zoeken naar herstellingsmethodes die geschikt zijn om de gewenste verlenging van de levensduur van het wegdek te waarborgen. Het accent zal ook worden gelegd op het progressieve karakter van de meeste beschadigingen, en dus op de noodzaak om die snel op te sporen, te beoordelen en te herstellen.

Van in het begin moet het onderscheid worden gemaakt tussen wegdekken van oud en van recent ontwerp, vooral als het om scheuren gaat. Bij verhardingen van oud ontwerp is het zelden mogelijk om met eenvoudige ingrepen de diepere oorzaken van beschadigingen weg te werken (verouderd ontwerp en gewijzigde kenmerken van het verkeer). De enige oplossing is dus te proberen de levensduur van het wegdek min of meer te verlengen door de kwaliteit van het oppervlak te verbeteren. Bij wegdekken van recent ontwerp ligt de oorzaak van de beschadiging meestal in fouten bij de aanleg. Het is duidelijk dat de herstelling dan de oorzaak van het kwaad moet aanpakken om aan de weg zijn aanvankelijke eigenschappen terug te geven.

### 2.1 SCHEURVORMING

#### 2.1.1 SOORTEN SCHEUREN

Dwarsscheuren worden meestal veroorzaakt door externe invloeden, zoals de temperatuur, de vochtigheid en het verkeer. De spanningen die in de betonplaten ontstaan zijn afhankelijk van talloze factoren, waaronder hun dikte, hun lengte, de omvang en de snelheid van de temperatuurschommelingen, de krimp, de wrijving van de plaat op haar fundering, enz.... Talloze uitvoeringsfouten die in § 2.3 opgesomd zijn, versterken de invloed van deze factoren.

Langsscheuren komen minder vaak voor dan dwarsscheuren. Zij kunnen worden veroorzaakt door de temperatuurgradiënt, de bewegingen van de grond als gevolg van de veranderingen in de vochtigheidsgraad, de veranderingen in draagkracht van de fundering (verbreding van bestaande wegen) of van de grond, enz....

Hoekscheuren van betonplaten worden meestal veroorzaakt door een verkeerde dimensionering en/of de inwerking van onverwachte asbelastingen, door onvoldoende ondersteuning van de betonplaat (lateraal pompen), of tenslotte door de afwezigheid of ontoereikendheid van de lastoverdracht in de voegen. Een gevorderd stadium van pompen van fijne materialen uit de onderliggende laag vergroot het risico op hoekscheurvorming.

Windbarsten vinden hun oorsprong in het uitvoeringsstadium (plastische krimpscheuren). Zij zijn meestal maar enkele centimeters diep en evolueren weinig. In bepaalde omstandigheden echter, bijvoorbeeld bij laattijdig inzagen, kunnen zij de rol van scheuraanzet spelen.

## 2.1.2 SCHEURVORMING IN WEGDEKKEN VOLGENS OUD ONTWERP

Oude wegverhardingen zijn meestal niet meer aangepast aan het huidige verkeer, maar bewijzen toch nog steeds uitstekende diensten. De scheuren die men er in terugvindt, zijn bij gebrek aan onderhoud meestal al sterk geëvolueerd (afbrokkelingen, denivellaties...). Andere, meer recente scheuren zijn te wijten aan vermoeiingsverschijnselen (temperatuurgradiënt en verkeer). Terwijl de herstelling van deze laatste heel eenvoudig kan gebeuren door het uitzfrezen en afdichten van een sponning die hun patroon volgt, is de herstelling van oudere scheuren meestal veel moeilijker vanwege het ontstaan van secundaire schade.

### Ontwerp

Lengte van de betonplaten: vooral lange platen (tot 10 m en zelfs meer).

Dikte: 20 cm (soms 23 cm).

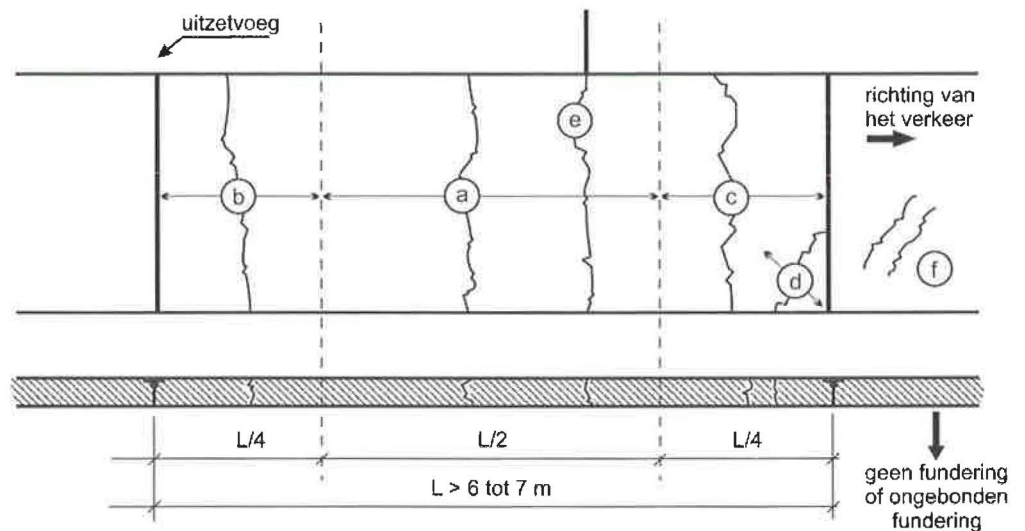
Fundering: onbestaande of ongebonden.

Dwarsvoegen: uitzetvoegen (niet gedeuveld).

Langsvoegen: constructievoegen zonder ankerstaven, met of zonder hol- en dolverbinding.

Vastgestelde scheuren: zie afb. 17.

Onderhoud: de staat van het afdichtingsmateriaal laat sterk te wensen over.



Afb. 17 – Type scheurvorming dat kan voorkomen op betonwegen volgens oud ontwerp



Afb. 18 – Voorbeeld van een scheur in een oude betonverharding (verspringende voeg-sympathiescheur) en voorbeeld van de schade-evolutie van een scheur (afschilferen en afbrokkelen van de scheurranden)

## Evaluatie van de schade en toepasbare herstellingsprincipes

Tabel 5 geeft een overzicht van de meest waarschijnlijke oorzaken van de soorten scheuren beschreven in afb. 17. Aangezien het oude wegen betreft, is er meestal een evolutie van de scheuren geweest. De herstellingen moeten dus grondiger zijn dan wanneer de ingreep op tijd had kunnen plaatsvinden. De herstellingsprincipes uit tabel 5, zijn alleen van toepassing voor relatief lokale beschadigingen. Bij algemenere schade is het zowel vanuit technisch als vanuit economisch standpunt logischer een aantal betonplaten te vernieuwen of het hele wegvak te overlagen. In dit verband wordt verwezen naar hoofdstuk 11 « De renovatie van een oude betonweg ».

**Tabel 5 – Betonwegen volgens oud ontwerp, evaluatie van de schade en toepasbare herstellingsprincipes**

Soort scheur	Meest waarschijnlijke oorzaken	Evolutie van de schade	Herstelling
a + (b+c+d)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- onderlaag met onvoldoende draagkracht, onvoldoende drainering</li> <li>- dikte van de betonplaat onvoldoende</li> </ul>	verschijnen van onregelmatige scheuren en fragmentatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vervanging van 1 of meer platen (6.1 of 11.2) met versterking van de fundering (6.4)</li> <li>- overlaging of reconstructie (11.2 of 11.3)</li> </ul>
a	te lange betonplaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afschilferen en afbrokkelen van de scheurranden</li> <li>- denivellatie vanwege pompen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omzetten in voeg: maken van een uitsparing en afdichten (4)</li> <li>- stabilisering van de verharding door injectie (9.2)</li> <li>- reconstructie van plaatgedeelten (6.1)</li> </ul>
b	pompen (de scheur vormt een secundaire schade als gevolg van de uitkraging)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afschilferen en afbrokkelen van de scheurranden</li> <li>- nieuwe scheur in zone a door het pompen bij de oorspronkelijke scheur</li> <li>- fragmentatie (langsscheuren)</li> </ul>	reconstructie van plaatgedeelten of van hele platen (6.1 of 11.2) met versterking van de fundering (6.4)
c	minder voorkomende gevallen; weinig karakteristieke oorzaken <ul style="list-style-type: none"> <li>- plaatselijk gebrek aan draagvermogen</li> <li>- secundair pompen</li> <li>- betonkwaliteit en/of verwerking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afschilferen en afbrokkelen van de scheurranden</li> <li>- fragmentatie</li> <li>- hoekscheuren</li> </ul>	reconstructie van plaatgedeelten (6.1) met eventueel versterking van de fundering (6.4)
d	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pompen langs de langsvoeg</li> <li>- onvoldoende draagkracht</li> <li>- betonbrug in de uitzetvoeg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- secundair effect van het pompen door de voeg</li> <li>- fragmentatie</li> </ul>	reconstructie van plaatgedeelten (6.1) met versterking van de fundering (6.4)
e	verspringende noden van de aanpalende plaat of watergoot (sympathiescheur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afschilferen en afbrokkelen van de scheurranden</li> <li>- secundair pompen</li> </ul>	reconstructie van plaatgedeelten (6.1)
f	onvoldoende bescherming van het verse beton (scheuren door plastische krimp)	meestal geen	—

## 2.1.3 SCHEURVORMING IN WEGDEKKEN VOLGENS MODERN ONTWERP

Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen twee verschillende ontwerpen:

- A.** De belangrijke wegen met zwaar verkeer, alsook de gemeentewegen. In de voegen wordt een systeem van lastoverdracht door deuvels als onontbeerlijk beschouwd en de fundering is zorgvuldig gedimensioneerd (minstens een steenslagfundering of beter nog, een gebonden fundering, zoals schraal beton).
- B.** De minder belangrijke wegen (landbouwwegen, fietspaden) met sporadisch zwaar verkeer. De lastoverdracht wordt verzekerd door de ineengrijping van de granulaten van het beton in de voegscheur, op voorwaarde dat haar openingsbewegingen voldoende beperkt zijn (korte platen van 4 tot 5 m).

### Ontwerp

Langte van de platen : in het algemeen kort (4 tot 5 m of 6 m in sommige gevallen).

Dikte : **A:** 20 tot 23 cm voor de belangrijke wegen.

**B:** 16 tot 20 cm voor de minder belangrijke wegen.

Fundering : **A:** steenslag, schraal beton, gestabiliseerde fundering en eventueel een bitumineuze tussenlaag (5 cm).

**B:** geen (landbouwwegen, sommige buurtwegen...) of zand, steenslag.

Dwarsvoegen : al dan niet gedevelde krimpvoegen.

uitzetvoegen op speciale plaatsen (bochten, kruispunten, kunstwerken).

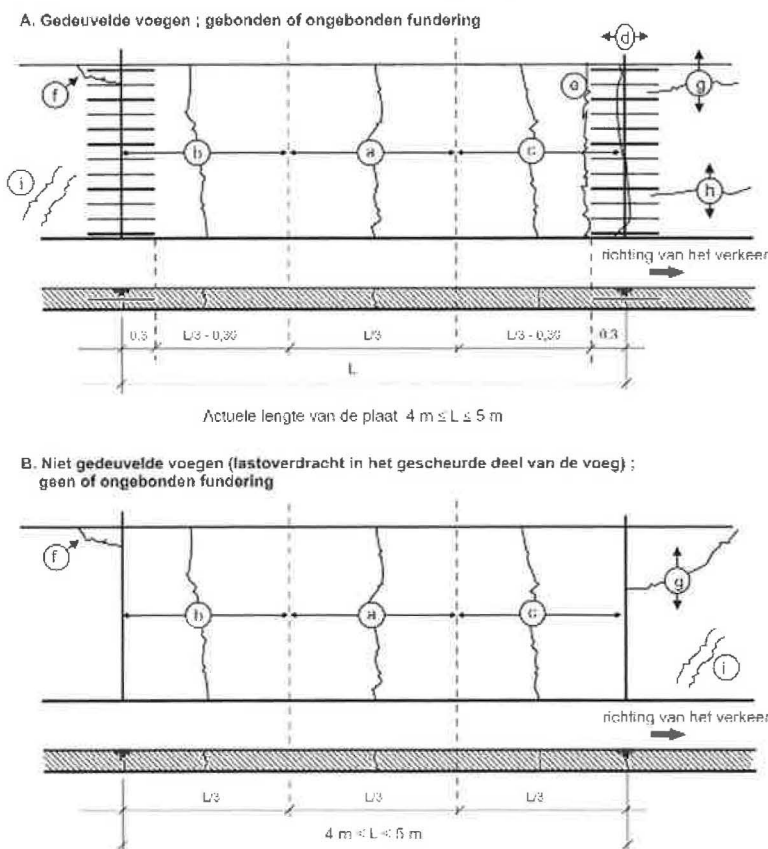
Langsvoegen : constructievoeg met of zonder ankerstaven, eventueel hol- en dolverbinding en/of buigvoeg met ankerstaven.

Vastgestelde scheuren: zie afb. 19.

### Evaluatie van de schade en mogelijke herstellingsprincipes

Tabel 6 geeft de herstellingsprincipes met betrekking tot de scheurtypes die vermeld zijn in afb. 19 en die zich kunnen voordoen in de twee normale ontwerpen van wegen in platenbeton. De meest voorkomende fouten zijn het laatijdig inzagen van de scheuraanzet van de krimpvoegen, het niet diep genoeg inzagen en onzorgvuldigheid bij het beschermen van het verse beton. Zoals blijkt uit kolom 3

beperkt de herstelling zich meestal tot het afdichten van een op de plaats van de scheur gefreesde sponning. Dit is natuurlijk alleen mogelijk als de scheur weinig of niet actief is en men er zeker van is dat de fundering geen problemen zal stellen. Bovendien mogen er in dezelfde betonplaat geen andere types van scheuren zijn. De herstellingsprincipes die in kolommen 3 en 5 genoemd zijn, zullen in de opgegeven paragrafen van de volgende hoofdstukken worden toegelicht.



Afb. 19 – Type scheurvorming dat kan voorkomen in wegen volgens modern ontwerp

Tabel 6 - Betonwegen volgens modern ontwerp, evaluatie van de schade en toepasbare herstellingsprocedures

	Soort scheur	Meest waarschijnlijke oorzaken	Lichte herstellingen (snelle ingreep)	Evolutie van de schade	Zware herstellingen (laattijdige ingreep)
Ontwerpen A en B	a + (b+c)	- ongelijkmatige zettingen - betonplaat niet dik genoeg	frezen + afdichten (4) + eventuele stabilisering door injectie (9.2)	- afschilfering en afbrokkeling; pompen - wilde scheurvorming en fragmentatie	reconstructie van platen (6.1 of 11.2) + versterking van de fundering (6.4)
	a of b of c	- laattijdig inzagen - krimp (onvoldoende bescherming van het verse beton) - ijsgeranke werkvoeg of sympathiescheur	frezen + afdichten (4)	- afschilfering en afbrokkeling - fragmentatie tussen b en de voeg - pompen door erosie van de fundering - wilde scheurvorming	reconstructie van platen (6.1 of 11.2) + versterking van de fundering (6.4)
	f	betonbrug in de voeg	frezen + afdichten (4)	geleidelijke verbrokkeling	reconstructie van plaatgedeelten (6.1)
	g	onvoldoende scheuraanzet van de langsvoeg (veralgemeend)	frezen + afdichten (4)	- afschilfering en afbrokkeling - fragmentatie tussen f en de langsvoeg	reconstructie van plaatgedeelten (6.1)
	i	onvoldoende bescherming van het verse beton (windscheuren)	eventueel impregnering (8)	afschilfering als gevolg van vorst in aanwezigheid van dooizouten	eventueel impregnering (8)
Ontwerp A	a	te lange betonplaten (> 6 tot 7 m)	frezen en afdichten (4)	- afschilfering en afbrokkeling - pompen door erosie van de fundering	reconstructie van plaatgedeelten (6.1) en eventueel versterking van de fundering (6.4)
	d	laattijdig inzagen	frezen en afdichten (4)	afschilfering en afbrokkeling	reconstructie van plaatgedeelten (6.1)
	e	voeg geblokkeerd door deuvels	frezen en afdichten (4)	afschilfering en afbrokkeling	reconstructie van plaatgedeelten (6.1)
	h	plaatselijke vermoeidheid door de dwarswelling en het verkeer (uitgaande vanuit een sterk werkende langsvoeg)	frezen en afdichten (4)	fragmentatie tussen a, b, c en h	reconstructie van plaatgedeelten (6.1)
Ontwerp B	a	onvoldoende draagkracht (funderingsgrond plaatselijk zeer slecht)	- tijdelijk frezen en afdichten (4) - afbraak en reconstructie van de betonplaten (11.2)	- afschilfering en afbrokkeling - fragmentatie - pompen	reconstructie van plaatgedeelten (6.1 of 11.2)
	b	pompen ter hoogte van de voeg	tijdelijk frezen en afdichten (4)	- denivellatie - afschilfering en afbrokkeling - fragmentatie	reconstructie van plaatgedeelten (6.1 of 11.2)
	a of b of c	te lange betonplaten (> 6 m)	frezen + afdichten (4)	afschilfering en afbrokkeling	- afdichten + eventueel mortel op basis van gemodificeerd hydraulisch bindmiddel (4 + 7) - reconstructie van plaatgedeelten (6.1)



## 2.2 SPECIFIEKE SCHADE AAN DE VOEGEN

Een gebrekkige voegvulling is de voornaamste oorzaak van schade aan de voegen, alsook overigens aan de scheuren waarvan in de vorige paragrafen sprake was. De ontoereikende voegvulling kan het gevolg zijn van een slechte dimensionering van de sponning, waarin dan zelfs een goed afdichtingsproduct zijn rol niet kan vervullen, of van het gebruik van een slecht afdichtingsproduct, of ook van een slecht uitgevoerde of te vroeg (voordat de voeg geopend is) uitgevoerde vulling, of van een gebrekkig onderhoud van de voegen. De mogelijke gevolgen van een slechte voegafdichting zijn: afschilferen en afbrokkelen van de randen van de voeg, veroorzaakt door de aanwezigheid van harde lichamen die in de voeg konden komen, infiltratie van water in de voeg met de risico's van pompen die dat met zich meebrengt, verontreiniging van de platen door de afdichting die uit de sponning wordt uitgedreven, enz.

De volgende hersteltechnieken kunnen worden overwogen:

- plaatselijke behandeling van de afbrokkeling met behulp van mortel op basis van gemodificeerde hydraulische bindmiddelen of op basis van harsen (7);
- uitbreken en gedeeltelijk reconstrueren van de platen (6.1) als de afbrokkeling vergezeld gaat met scheurvorming;
- injectie onder de platen (9.2) met het doel de niveaoverschillen weg te werken.

Andere toevallige of systematische gebreken zijn te wijten aan uitvoeringsfouten en zijn reeds vermeld in paragraaf 1.3.2. De aangewezen herstellingsmethode is vaak het afbreken en hermaken van plaatgedeelten vlakbij de voegen.



*Afb. 20 – Nieuwe voegvulling van een oude betonweg*

## 2.3 LOKALE SCHADE

Naast het verschijnen van scheuren en schade aan de voegen kunnen nog andere gebreken de betonwegdekken aantasten. Zij doen zich voor op kenmerkende plaatsen van het tracé of komen overeen met accidentele voorvallen bij de aanleg, zoals de vorming van sporen in het oppervlak van het verse beton of van onregelmatigheden in de textuur van het wegoppervlak. Tabel 7 geeft een samenvatting van de meest waarschijnlijke oorzaken en de herstellingsprincipes die moeten worden gebruikt om dergelijke gebreken te herstellen.

De door elkaar lopende scheuren die zich voordoen als microscopische netscheurtjes en die resulteren uit de complexe alkali-silicareactie worden in dit document niet behandeld. Dit type van schade wordt tegenwoordig immers gemakkelijk beheerst dankzij het veralgemeende gebruik van cement met een beperkt alkaligehalte (LA-cement conform NBN B12-109).



**Tabel 7 - Onderzoek van lokale schadegevallen**

Gelocaliseerde fouten	Oorzaken	Herstellingsprincipes
scheuraanzetten door vreemde voorwerpen (riooldeksels, straatkolken.....)	sectievermindering en het verschijnen van spanningsconcentraties	- frezen en afdichten van de scheur (4) - eventueel gedeeltelijke uitbraak (6.1)
gaten en uiteenvallen door de aanwezigheid van vreemde materialen in het beton	- insluiting van vreemde stoffen - vorstgevoelige materialen	mortel op basis van gemodificeerd hydraulisch bindmiddel (7)
sporen in het verse betonoppervlak	allerlei (wagens, fietsen, voetgangers, dieren,...)	mortel op basis van gemodificeerde hydraulische bindmiddelen of harsen (7)
opstuwen van een asfaltverharding bij de aansluiting met een betonwegdek	afwezigheid van uitzetvoegen of verankeringen in het betonwegdek	- afschaven van het asfalt - eventueel maken van enkele uitzetvoegen aan het uiteinde van het betonwegdek
gelocaliseerde of veralgemeende oneffenheid	- gebrekkige verwerking en afwerking - aansluiting op de werkvoegen - zetting van de ondergrond	- herstellen van de vlakheid (10.3) - stabilisatie en oppersing door injectie (9.2)
veralgemeende of gelocaliseerde afschilfering	- slechte oppervlakkige betonkwaliteit door onvoldoende bescherming - oplapwerk	- preventieve (8) impregnering - plaatselijk hameren (10.3)
plaatselijke fout in een wegdek van doorgaand gewapend beton	onvoldoende verdichting boven of onder de wapeningen	plaatselijk reconstrueren (6.2)
onvoldoende stroefheid	- onvoldoende textuur - gebruik van polijstbare granulaten	behandeling van het oppervlak (10.3)



*Afb. 21 – Sporen in het verse betonoppervlak*

## N2 - Leuven Diest (tussen Tielt-Winge en Assent)

Dit is de eerste toepassing in België van een overlaging met gewapende betonplaten van 18 cm dik, uitgevoerd in 1960

*Foto: mei 2007*



De oude baan bestond uit betonplaten met een dikte variërend van 18 cm in de as tot 23 cm aan de zijranden. Zij was aangelegd in 1933-34.

*Foto's: FEBELCEM archief - mei 1934*



### 3. ONDERHOUD VAN DE VOEGEN

In de vorige hoofdstukken werd herhaaldelijk de absolute noodzaak benadrukt om de voegen te onderhouden. Dit geldt voor de grote meerderheid van de bestaande wegen. Slechts in een beperkt aantal gevallen kunnen niet afgedichte voegen volstaan. Het betreft dan secundaire wegen met weinig verkeer, zoals kleine gemeentewegen of landbouwwegen. Alle andere types van voegen moeten echter afgedicht en onderhouden worden. Daarom is het nuttig de technologische aspecten van het onderhoud van nabij te bestuderen vooraleer tot het onderzoek van de herstellingsprincipes over te gaan.

#### 3.1 VERLIES VAN WATERDICHTHEID VAN DE VOEG

Het loskomen, de scheurvorming of het uittrekken van de afdichtingsmassa leidt automatisch tot de infiltratie van grote hoeveelheden water of het inbrengen van niet-samendrukbare deeltjes of elementen in de dwars- en langsvoegen. Deze fout komt uitermate veel voor en vormt de eerste bron van schade waarvan de gevolgen later veel ernstiger kunnen worden. Wanneer sporen vastgesteld worden van fijne, door pompen uitgedreven materialen op de rijweg of op de pechstrook, dan betekent dit dat de waterdichtheid van de voeg er al sterk op achteruit is gegaan. De mogelijke oorzaken van deze waterdichtheidsverliezen zijn:

- de slechte kwaliteit van het afdichtingsproduct of van de verwerking ervan (voeg niet zuiver of vochtig,...);
- de abnormale veroudering van het afdichtingsproduct (bijvoorbeeld oververhit bij de verwerking);
- een beweging van openen en sluiten ten gevolge van een te grote krimp en uitzetting van de voeg (bijvoorbeeld wanneer niet alle voegen van een weg correct werken);
- overmatig kloppen van de betonplaat;
- een onaangepaste vorm van de voegsponning;
- het uitrijden van het afdichtingsproduct door de voertuigen nadat het naar buiten geperst is tijdens een warme periode (als de kleine expansieruimte niet voldoet of bij overmatige vulling van de voeg);
- normale slijtage van het afdichtingsproduct dat regelmatig aangevuld dient te worden.

#### 3.2 AFDICHTINGSPRODUCTEN

We onderscheiden drie grote klassen.

- 1/ De *warm gegoten producten* worden het meest gebruikt. Zij bestaan voornamelijk uit een bitumen waaraan polymeren en diverse hulpstoffen toegevoegd zijn. In sommige gevallen is het bitumen een helder synthetisch bitumen, teneinde een helder afdichtingsproduct te verkrijgen.
- 2/ De *koud gegoten of gespotten producten* zijn meestal kitten op basis van polyurethaan of polysulfide. Het vullen gebeurt ter plaatse, in de sponning, door polymerisatie van de vooraf vermengde bestanddelen (op te merken valt dat er producten met één en met twee componenten bestaan en dat deze laatste de beste zijn). Koud gegoten afdichtingen zijn recenter ontwikkeld en ook duurder, maar dankzij hun betere technische eigenschappen (adhesie en elasticiteit) kunnen zij zuiniger worden aangebracht. Bovendien hebben zij een veel langere levensduur (2 tot 3 keer).
- 3/ De *voorgevormde profielen* van neopreen. De sectiematen van het profiel zijn zodanig dat het product steeds wordt samengeperst in geval van maximale opening van de sponning. Voor voegen met een perfect effen sponning vormt het rubberen profiel een duurzame, eenvoudige en economische oplossing. Aangezien deze voorwaarde bij onderhoudswerken slechts zelden is vervuld, zal op de afdichting met profielen in deze tekst niet meer verder ingegaan worden.

### 3.3 AFMETINGEN VAN DE SPONNINGEN

Om de waterdichtheid van de voegen te waarborgen en de voegvullingsmassa in goede staat te houden, moet op 3 belangrijke factoren worden gelet:

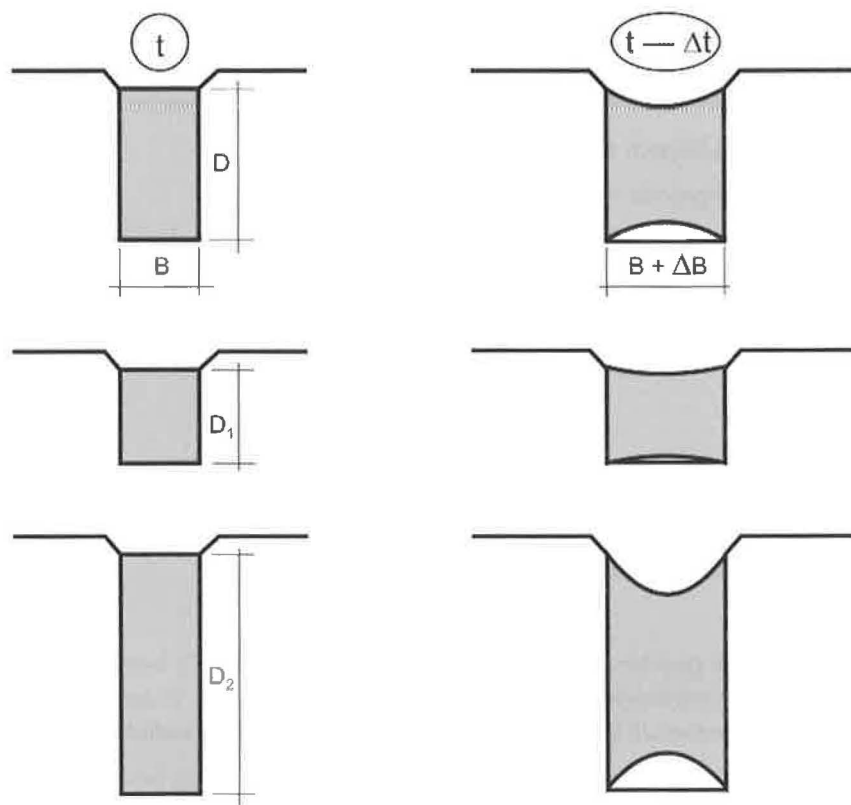
- de correcte dimensionering van de sponning;
- de aard van het afdichtingsmateriaal;
- de zorgvuldigheid bij de verwerking van de specie.

Wat de afmetingen van de sponning betreft, moeten hier enkele opmerkingen worden geformuleerd die eerder thuishoren in een werk over het ontwerp van cementbetonwegen.

- Het verband tussen de diepte en de breedte van de afdichtingssponning: afb. 22 illustreert duidelijk welke invloed de afmetingen van de sponning en dus van de aangebrachte specie kunnen hebben op de trekspanning in de uitgerokken voeg.

Voor een diepte  $D_2$  zal de rek langs de parabolische boog gevormd door de massa veel groter zijn dan voor een vierkantere doorsnede met een diepte  $D_1 < D_2$ ; bovendien is ook het gevaar groter dat grind in de sponning ingesloten raakt, met een risico op afsplintering als gevolg.

Om halsvorming bij het gieten van de massa te beperken, is het raadzaam de diepte van de sponning te beperken (een diepte van 20 mm is echter wel een minimum). Voor brede voegen moet de diepte echter groter blijven dan de breedte van de voeg.

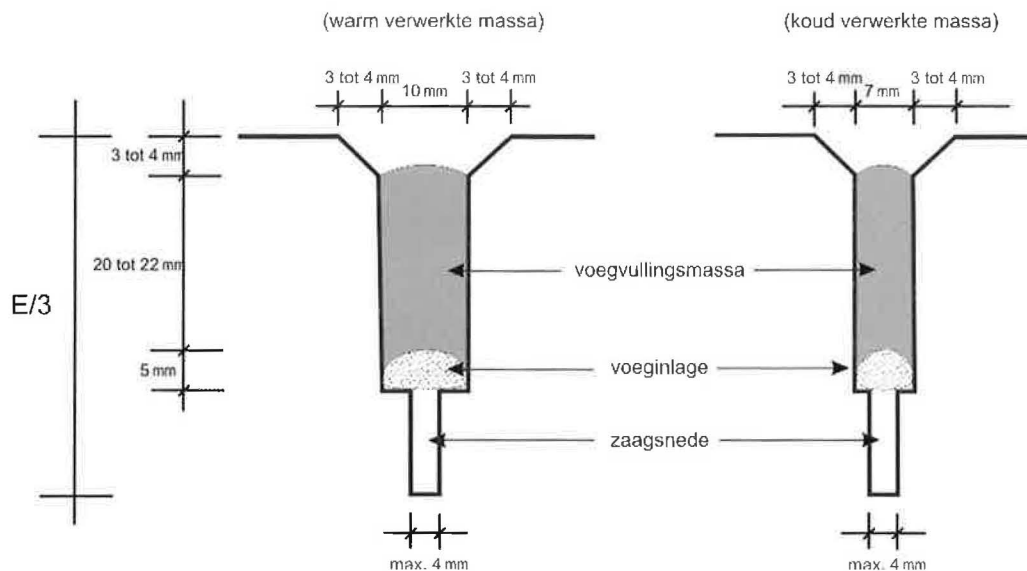


Afb. 22 – Verband tussen de diepte en de breedte van de sponning

- Dimensionering van de sponning (afb. 23): om te vermijden dat de voegspecie wordt uitgereden door de banden, bij het dichtgaan van de voeg, wordt de specie slechts gegoten tot een hoogte van 5 mm onder het oppervlak van het wegdek.

Onderin de sponning wordt bijvoorbeeld een pakingskoord aangebracht om te vermijden dat de specie aan de onderkant van de sponning vast zou kleven, met overlangse scheurvorming voor gevolg, en om te vermijden dat de specie lager in de zaagsnede zou zakken. Deze voegbodem is samendrukbaar en bestaat uit een materiaal dat compatibel is met de voegspecie (hittevast voor de warm gegoten specie, bestand tegen de chemische bestanddelen van de koud gegoten specie).

Voor de sponningen die in een krimpvoeg uitgezaagd worden, zal een diepte van 30 mm over het algemeen volstaan (3 tot 4 mm uitzettingsruimte, 20 tot 22 mm voegspecie, 5 mm antikleefstrip). De randen van de sponning worden afgeschuind op 45°.



Afb. 23 – Details van de afgeschuinde zaagsnede

### 3.4 AANBEVELINGEN VOOR DE UITVOERING VAN DE VOEGVULLING

#### 3.4.1 VOORBEREIDENDE WERKEN

- Verwijdering van de oude voegspecie. De voeglippen mogen tijdens dit werk niet worden beschadigd.
- Reiniging van de sponningen. De reiniging van de wanden van de voeg is heel belangrijk en gebeurt bij voorkeur met een hogedrukwaterstraal (800 tot 2.500 bar) of door zandstralen of gritstralen met behulp van een spuitkop met gerichte straal en met behulp van een afgedekt afzuigstelsel. De sponningen kunnen ook, zij het met een verhoogd risico op lekke banden, worden gereinigd met behulp van een machine met een getorste ronde staalborstel, die minstens tegen 1.000 toeren/ minuut draait en waarvan de breedte aangepast is aan de breedte van de sponning. Een verplaatsbare compressor met luchtstraal, zonder olie, met een capaciteit van minstens 1.500 liter/ minuut, maakt het eventuele stofvrij maken en drogen van de sponningen mogelijk. Voor dit laatste kan eventueel een warmeluchtapparaat worden gebruikt. Na het drogen is het wenselijk de sponningen en de randen van de voeg opnieuw stofvrij te maken met de borstelmachine. Zo worden uiteindelijk zuivere en droge sponningen verkregen, wat de hechting en de duurzaamheid van de voegvulling bevordert.
- Eventuele aanpassing van de afmetingen van de sponning.



### 3.4.2 EIGENLIJKE VOEGVULLING

- Aanbrengen van de voegbodem door de koord tot aan de voorgeschreven diepte in de sponning te persen.
- Volgens de aanbevelingen van de fabrikant, eventueel aanbrengen van een hechtingsvernis om de aanhechting van de voegspecie aan de wanden van de sponning te verbeteren. Er moet een bepaalde wachttijd in acht worden genomen tussen het vernissen en het gieten van de voegspecie: de duur hangt af van de temperatuur, de wind, de vochtigheid (in het algemeen tussen een half uur tot twee uur).
- Bereiding en gieten van de voegspecie. Het is niet raadzaam te werken bij luchttemperaturen van minder dan 5°C. In geval van regen worden de werkzaamheden opgeschort en pas hervat na het reinigen en het drogen van de sponning.
- Heropening voor het verkeer zodra het oppervlak van de voegvulling niet meer aan de vingers kleeft.



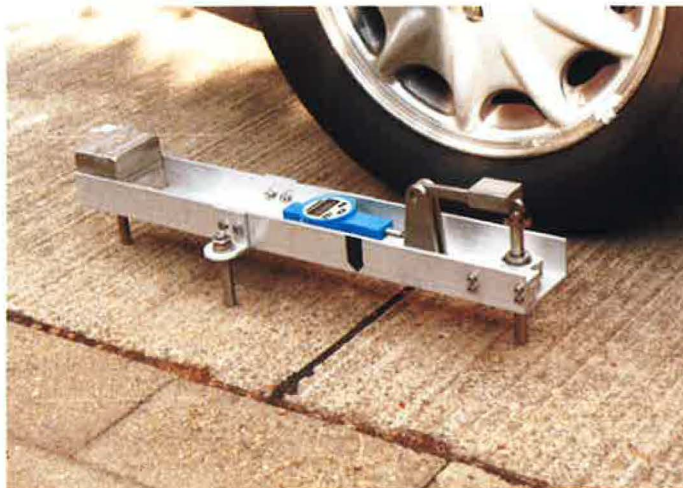
Afb. 24 – Drogen van de sponning en aanbrengen van de voegspecie in een zuivere en droge gleuf

### 3.5 DUURZAAMHEID VAN EEN NIEUWE VOEGVULLING

De duurzaamheid van een nieuwe voegvulling hangt in hoge mate af van de belasting en dus vooral van de eventuele klopbewegingen van de betonplaat. In geval van aanzienlijke bewegingen van de platen, wordt sterk aangeraden ze vooraf door injectie te stabiliseren (9.2).

Met het kloppen van platen worden de relatieve verticale bewegingen bedoeld van twee betonplaten ten opzichte van elkaar ter hoogte van de voeg (of van de scheur) op het ogenblik dat er een aslast over rijdt. Bij een aslast van 11 ton mogen waarden tot 0,50 mm als verwaarloosbaar worden beschouwd. Daarboven beginnen ze significant te worden en boven 2,00 mm zijn ze belangrijk en is het risico op scheurvorming van de betonplaat reëel.

Om het kloppen van de platen ter hoogte van een dwarsvoeg of van een scheur te meten op het ogenblik dat er een zware referentieas over rijdt, gebruikt men een zogenoemde faultimeter. Dit toestel bestaat uit een statief van 55 cm lang dat op drie vaste steunpunten rust en een beweegbare staaf die het mogelijk maakt de verticale beweging van de betonplaten te volgen. Het is uitgerust met een digitale comparator die een aflezing geeft van de verticale bewegingen van de staaf. De precisie van de meting is in de orde van 0,02 mm. De metingen gebeuren bij voorkeur bij luchttemperaturen tussen 0 en 10 °C en bij bewolkt weer. De uitzetting van het beton bij warm weer, enerzijds, en het bevriezen van de onderlaag bij koud weer, anderzijds, kunnen het kloppen van de platen tegengaan. Deze metingen moeten als een moment-opname beschouwd worden.



*Afb. 25 - Meten van het kloppen van de platen met de faultimeter*

Foto OCW

### 3.6 HERSTELLEN VAN DE LASTOVERDRACHT IN EEN VOEG

Om de lastoverdracht ter hoogte van een dwarsvoeg of ter hoogte van een actieve scheur te verbeteren, is het mogelijk er deuvels in aan te brengen. Bij deze ingreep worden tot op een diepte van 6/10 van de dikte van de plaat sleuven in het beton gemaakt, waarvan de afmetingen iets groter zijn dan die van de deuvels. Het uitgesneden beton wordt zorgvuldig verwijderd, de sponningen schoongemaakt en de deuvels aangebracht. De ontstane ruimte wordt opgevuld met een beton of mortel op basis van gemodificeerd hydraulisch bindmiddel of op basis van harsen. Tenslotte wordt de voeg gedicht zoals hierboven beschreven. Het betreft echter een zeer delicate ingreep die enkel door gekwalificeerd personeel mag gebeuren.



*Afb. 26 - Dwarsvoeg waarin de lastoverdracht werd hersteld door inbrenging van deuvels in het verhard beton*



## 4. HERSTELLING VAN GESCHEURDE BETONPLATEN – AFDICHTEN VAN SCHEUREN

Het afdichten van een scheur is eigenlijk maar een tijdelijke interventie waardoor de plaat in geen geval haar oorspronkelijke eigenschappen terugkrijgt. Als het werk echter goed wordt uitgevoerd, kan de afgedichte scheur een scharnierfunctie vervullen in het afremmen of zelfs volledig verhinderen van het ontstaan van secundaire schade. Het spreekt vanzelf dat een dergelijke behandeling alleen kan worden toegepast op weinig of niet afgebrokkelde scheurranden of op scheuren die slechts weinig of geen denivellaties vertonen. Bovendien mag de herstelde scheur niet meer dan één aangrenzende, niet werkende voeg vervangen. Deze methode van herstelling door afdichting kan ook worden toegepast op accidentele scheuren die zich zouden voordoen in een recent wegdek dat op een gebonden fundering is aangebracht.

Een correct herstelde scheur verschilt alleen door zijn onregelmatig verloop van een niet-gedevelde krimpvoeg. Ter hoogte van de scheuren wordt een sponning gefreesd. Dit werk wordt uitgevoerd met een machine die het verloop van de scheur nauwgezet volgt.

De afmetingen van de rechthoekige sponning zijn 12 tot 20 mm (+/- 2mm) in de breedte, afhankelijk van de staat en de vorm van de scheur, en 25 mm (+/- 5 mm) in de diepte.

Na het volledig reinigen en drogen van de sponning wordt er een plastische strip of een koord (dikte: 5 mm, breedte 15 tot 20 mm) in geplaatst om het indringen van het afdichtingsproduct in het onderste deel van de scheur te voorkomen. Zij dient ook als antikleefstrip op de bodem van de sleuf.

De sleuf wordt gedicht met behulp van een warme massa. Meestal is het raadzaam vooraf een aangepast hechtingsvernissen aan te brengen.

Koud gegoten massa's worden vrijwel niet gebruikt voor deze toepassingen. Hun grotere rekprestaties zouden hier immers niet benut kunnen worden vanwege de grote breedte van de sponning, die bepaald wordt door de minimumbreedte van de snijkop van de freesmachine. Voor beperkte toepassingen (enkele scheuren) kunnen de koud gegoten species echter wel een eenvoudige oplossing bieden.

Langsscheuren kunnen eveneens op de hierboven beschreven manier worden behandeld.

In principe wordt deze herstelmethode alleen toegepast op betrekkelijk recente scheuren met een opening van minder dan 5 mm en waarvan de randen maar een beetje verbrokken zijn. Voor oudere betonverhardingen die nooit of bijna nooit onderhouden zijn, moeten vóór het afdichten de grote afbrokkelingen die eventueel aan de randen van de scheuren ontstaan zouden zijn, hersteld worden. Dat moet gebeuren met behulp van mortels op basis van gemodificeerd hydraulisch bindmiddel of op basis van hars (7).

## 5. VOORLOPIGE HERSTELLINGEN MET BEHULP VAN BITUMINEUZE PRODUCTEN

De ingreep bestaat in het voorlopig herstellen van een beschadiging in het betonwegdek. Dit gebeurt met behulp van stockeerbaar asfalt van het halfgesloten type, gegoten asfalt of porfierasfalt, of met behulp van warm te verwerken bitumineuze mengsels.

Als de ingreep erin bestaat met spoed een kleine holte te dichten, wordt warm te verwerken bitumineus mengsel, stockeerbaar halfgesloten asfalt, gegoten asfalt of porfierasfalt gebruikt.

Voor grote herstellingen over de hele dikte van het beton wordt de herstelling uitgevoerd met behulp van warm te verwerken bitumineuze mengsels. In dit geval is de te vervangen zone steeds rechthoekig. De breedte van deze zone is minimum 1,50 m. Over de omtrek van de zone wordt het beton over zijn hele dikte uitgezaagd (inclusief de eventuele wapening). Als de verharding is aangebracht op een laag bitumineus beton, wordt die ook uitgezaagd.

De uitbraak van het beton in de aldus afgebakende zone gebeurt met behulp van lichte machines, om de fundering en de boorden van de aanpalende verharding niet te beschadigen. Indien de onderliggende laag van bitumineus beton aan het uit te breken wegdek hecht, wordt deze laag ook verwijderd. Vervolgens wordt de koffer perfect gereinigd en gedroogd. De manuele verwerking van de bitumineuze mengsels is toegestaan voor zover de lengte onder de 5 m of de breedte onder de 2 m blijft. In de andere gevallen is het gebruik van een afwerkmaschine verplicht.

Er dient nogmaals gewezen op het voorlopige karakter van deze herstellingen. In periodes van heel warm weer kan het betonwegdek immers uitzetten en zo de herstellingen beschadigen, wat een gevaar voor de weggebruikers kan inhouden.

## 6. RECONSTRUCTIE VAN EEN GEDEELTE VAN EEN BETONWEGDEK

Dit werk bestaat uit het opbreken van een gebrekkige zone van het betonwegdek zonder het belendende beton te beschadigen, het eventueel herstellen van de fundering en van de voegen met het aanpalende wegdek, en het betonneren van de zone zo dat ze zich integreert in het bestaande profiel.

In paragraaf 6.1. wordt de renovatie van een wegdek in platenbeton beschreven, terwijl de reconstructie van een deel van een wegdek van doorgaand gewapend beton in paragraaf 6.2. aan bod komt.

Paragraaf 6.3. buigt zich over de samenstelling van het herstelbeton. Daar zal meer gedetailleerd ingegaan worden op de technologie van het snelverhardende beton ('fast-track' of zelfs 'ultra fast-track concrete paving'). Daarmee is het mogelijk om het herstelde weggedeelte minder dan 3 dagen of zelfs 24 uur na het aanbrengen van het beton opnieuw open te stellen voor het verkeer.

Als het nodig blijkt om de fundering van de te herstellen weg aan te passen, dan wordt hiervoor walsbeton aanbevolen. Dit funderingsmateriaal wordt besproken in paragraaf 6.4.

### 6.1 VERVANGING VAN PLATEN OF DELEN VAN PLATEN OVER HUN HELE DIKTE

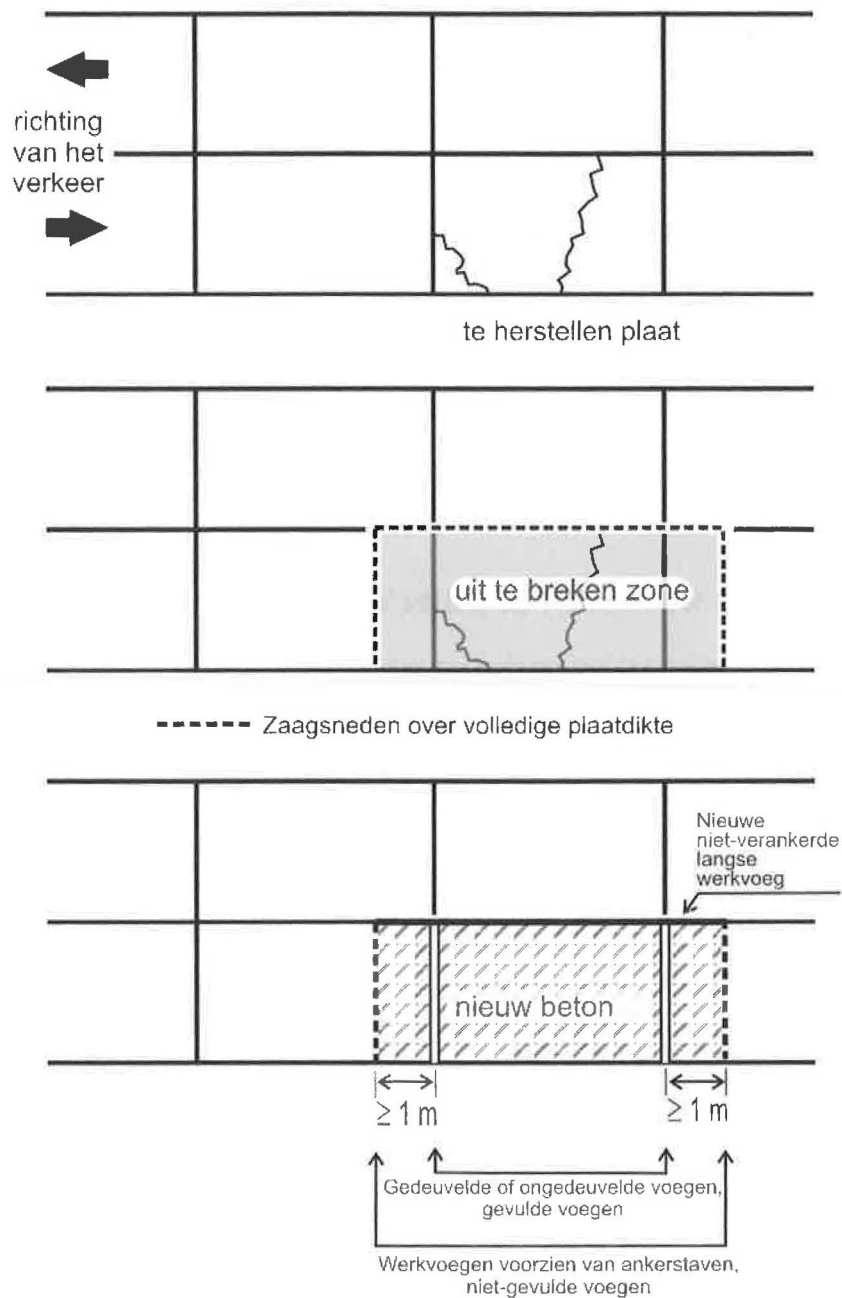
De gedeeltelijke vervanging van een plaat kan worden overwogen rond een voeg waarvan de gebrekkige uitvoering aanleiding gaf tot het ontstaan van schade, of rond een scheur die is geëvolueerd en waar zich afgesplinterde en verbrokkelde zones ontwikkelen.

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. Een plaat kan echter ook worden hersteld door een strook van het wegdek rond de scheur uit te breken en te vervangen door een nieuwe kleine plaat. In dit geval is het monoliete karakter van het wegdek natuurlijk niet hersteld, en als de scheur actief is, moet ze worden vervangen door minstens één actieve voeg.

De volgende basisprincipes moeten worden nageleefd om het welslagen van de herstelling te verzekeren.

- De gedeeltelijke vervanging moet worden uitgevoerd over de hele breedte en de hele dikte van de betonplaat; de lengte moet minstens 2 m zijn. Er kan slechts één ingreep per plaat aanvaard worden. Bovendien moeten de resterende delen van de plaat nog minstens 2 m lang zijn.
- De te reconstrueren delen van platen zijn rechthoekig. De lange zijden zijn loodrecht op de langsvoeg of op de randen van het wegdek.
- 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.
- Indien de te herstellen zone grenst aan 1 of 2 dwarsvoegen (krimpvoegen of al dan niet gedeuvelde uitzetvoegen) is het beter om de te herstellen zone uit te breiden tot over de voeg of voegen. Deze voegen vertonen meestal schade, en dit zal het mogelijk maken om de eventuele lastoverdracht ter hoogte van die voegen op de juiste manier te herstellen (zie afb. 27). In het tegengestelde geval zal de zone beperkt worden tot de bestaande voegen, en zal de lastoverdracht worden hersteld door inboren en vastzetten van deuvels.
- De aldus afgebakende zone wordt opgebroken door toepassing van een geschikte methode. Dit werk vereist de nodige zorg om de belendende delen van het wegdek niet te beschadigen. Als schade niet kon worden vermeden, wordt de te herstellen zone overeenkomstig vergroot.
- Eventuele beschadigingen van de fundering worden bijgewerkt. In geval van onvoldoende fundering wordt de grondlaag verwijderd tot op een diepte van minstens 15 cm en wordt er een fundering van walsbeton in aangebracht (zie 6.4.)
- Door de opgebroken zone aan weerszijden van de dwarsvoegen met minstens 1 m uit te breiden, kan de lastoverdracht op een efficiënte manier door middel van deuvels hersteld worden. De 2 dwarse werkvoegen worden zodanig verankerd dat zij aan de belendende platen een monoliet karakter geven. De verankering gebeurt door het boren van gaten op halve dikte en door chemische verankering van de staven ( $\otimes 16\text{mm}$ ) om de 30 cm en op een diepte van 35 tot 40 cm. Deze « sterke » verankering maakt het ook mogelijk om een sympathiescheur te vermijden in de plaat van de rijstrook ernaast. Al dan niet gedeuvelde dwarsvoegen worden op hun oorspronkelijke plaats hersteld.





Afb. 27 – Herstelprincipe van een plaat met eventueel herstel van de lastoverdracht

- 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. De verticale wand die door het oude beton wordt gevormd, kan zelfs worden bestreken met een bitumineuze emulsie, of er kan een vel roofing op worden afgerold (10.2).
- Samenstelling van het beton: zie 6.3
- Voor de reparatie van lange stukken weg gebeurt het storten van het beton met behulp van een glijbekistingmachine, terwijl voor de kleine werken vaste bekistingen kunnen worden gebruikt. In dat laatste geval is het beter om een dubbele trilbalk te gebruiken en om bovendien de randen te verdichten met behulp van trilnaalden.

Het profiel van de herstelde zone moet zorgvuldig geïntegreerd worden in het tracé van de bestaande rijstrook. Het is raadzaam een oppervlaktetextuur tot stand te brengen die zowel akoestisch als op esthetisch vlak harmonieert met de bestaande weg. Het beton wordt beschermd tegen uitdroging door de verstuiving van een nabehandlungsproduct.



Afb. 28 – Herstelling van een wegdek door vervanging van platen



## 6.2 HERSTELLING OVER DE HELE DIKTE VAN EEN WEGDEK UIT DOORGAAND GEWAPEND BETON

Schade aan verhardingen uit doorgaand gewapend beton manifesteert zich door verbrijzeling van het beton boven het wapeningsnet (punch-out) of door een opstuiking van het wegdek. De oorzaak ligt in uitvoeringsfouten (slordig aangepakte dagvoeg, defect van de betonstortmachine), die maken dat vooral de onderste betonlaag niet of onvoldoende verdicht is, of in ontwerpfouten (afwezigheid van bitumineuze tussenlaag, onvoldoende drainering, ...).

De te herstellen zone is meestal beperkt tot enkele meters, maar kan in sommige gevallen tientallen meters lang zijn. In dat geval gaat het dan om een opeenvolging van plaatselijke fouten. Technologisch gesproken omvat de uitvoering van de reparatie de volgende fasen.

- Vaststellen en afbakenen van de te herstellen zone.

Een visueel onderzoek maakt het mogelijk om snel de zones te bepalen met afschilferingen, verbrokkelingen en een sterke concentratie van onregelmatige scheuren. In sommige gevallen is een grondiger sonderen van de grenszones nodig. Dit onderzoek kan eventueel worden aangevuld met het nemen van boorkernen.

De lengte van de te herstellen zone, parallel met de as van de weg gemeten, is nooit minder dan 1,50 m, de minimumbreedte is ook 1,50 m.

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. Zo is het raadzaam om eerst in te grijpen op de snelle rijstrook en daarna op de trage rijstrook. In het geval van een weg met 3 rijstroken, kan soms tegelijk aan de 2 snelle rijstroken worden gewerkt.

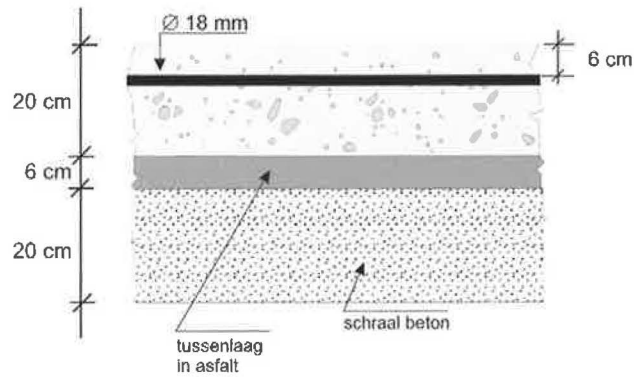
- Uitvoering van de zaagsneden (afb. 29)

Zodra de te herstellen zone is afgebakend (steeds rechthoekig), wordt het beton ingezaagd over zijn hele dikte (wapening inbegrepen). De zaagsneden zijn loodrecht op het oppervlak van het wegdek. Twee extra zaagsneden met een diepte van 4 tot 7 cm afhankelijk van de positie van de langswapeningen (zie doorsnede afb. 30) worden minstens 1 m voorbij de eerste 2 zaagsneden aangebracht. Deze zaagsneden mogen in geen geval de langswapening beschadigen. Dankzij deze werkwijze kan de bestaande wapening bij de opbreking worden blootgelegd en kan de nieuwe wapening met ijzerdraad met de bestaande wapening worden verbonden. Deze procedure is echter niet mogelijk als de bitumineuze tussenlaag of de fundering moet worden hersteld. Het herstellen van de wapening zal dan gebeuren door het boren van gaten met de diamantboor en door chemische verankering.

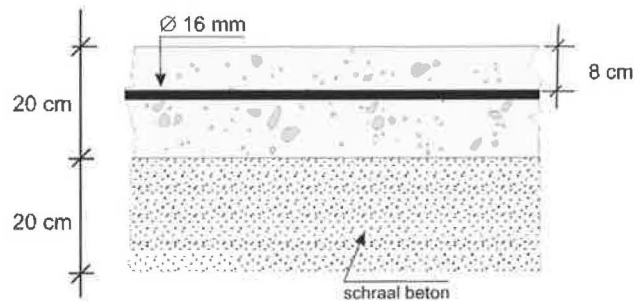


Afb. 29 – *Herstelling ter hoogte van een werkvoeg.  
Let op de zaagsneden over volledige dikte en de twee sneden van beide uiteinden van de herstelling teneinde de langsstaven vrij te maken*

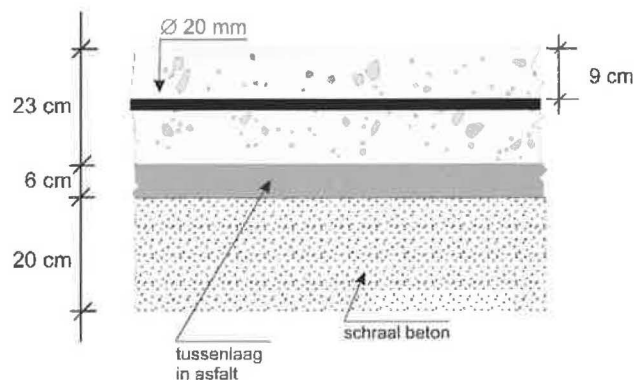
Doorgaand gewapend beton - Jaren '70



Doorgaand gewapend beton - Jaren '80



Doorgaand gewapend beton - Jaren '90 en later



Afb. 30 – Evolutie van de structuren uit doorgaand gewapend beton in België en afstand tussen het oppervlak van het wegdek en de bovenkant van de langswapening

• Uitbraak (afb. 31 et 32)

De afgebakende zone wordt opgebroken door toepassing van een geschikte methode. De aanpalende delen van het wegdek mogen niet worden beschadigd.

Ter hoogte van het deel waar de bestaande langswapening wordt 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.

Als tijdens het wegbreken van het beton blijkt dat de slecht verdichte zone verder reikt dan voorzien, moet een nieuwe zaagsnede worden gemaakt en moet het beton tot aan die zaagsnede worden opgebroken.

De schade die bij het wegnemen van het beton zou worden veroorzaakt aan de bitumineuze tussenlaag of aan de fundering moet natuurlijk worden hersteld. De herstelling van de fundering gebeurt met behulp van walsbeton op een dikte van minstens 15 cm (zie 6.4). Voor oppervlakkige beschadigingen van de fundering (bijvoorbeeld, een licht geërodeerd schraal beton), is na de reiniging een behandeling met een bitumineuze aangietmortel mogelijk.





Afb. 31 – Uitbraak ter hoogte van een opstuiking van een weg in doorgaand gewapend beton



Afb. 32 – Vrijmaken van de langse wapeningsstaven over +/- 1 m aan beide uiteinden van de herstelling. Let op hoe het beton op perfect verticale wijze werd verwijderd onder de gerecupereerde wapening

- Herstelling van de wapening (afb. 33)

De oorspronkelijke wapening wordt hersteld met staven waarvan de diameter minstens gelijk is aan die van de bestaande langswapening.

Indien de bestaande wapening op 1 m lengte afgesneden is, wordt de nieuwe wapening op minstens 2 plaatsen en over een lengte van 1 m met ijzerdraad met deze laatste verbonden.

Indien de bestaande wapening ingezaagd wordt (geval waarbij de verbindingslaag en/of de fundering moet worden hersteld), wordt de nieuwe wapening in vooraf met de diamantboor geboorde gaten vastgegaten.

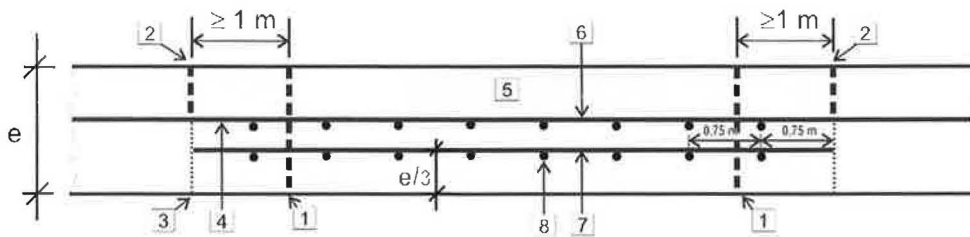
De gaten, waarvan de diameter hoogstens 6 mm groter is dan die van de staven, worden parallel met het oppervlak en met de as van het wegdek geboord tot een diepte van 40 cm, ter hoogte en in de onmiddellijke nabijheid van de aanwezige langswapening.

De eventuele overlapping tussen nieuwe langsstaven bedraagt minstens 75 cm. De verbinding met ijzerdraad gebeurt op minstens 2 plaatsen.

Om de verbinding van het nieuwe beton met het oude beton te versterken, is het raadzaam om de langswapening te doubleren door de plaatsing van nieuwe staven in het onderste derde van het wegdek.

Het niveau van de wapening wordt gehandhaafd door een of meerdere steunen die gevormd zijn door een dwarsstaaf van 12 mm diameter die loodrecht op de as van de weg is geplaatst op beugels met passende afmetingen. De maximumafstand tussen dwarsstaven of tussen een dwarsstaaf en de zaagsnedekant van het beton is 75 cm.

De ankerstaven in de langsvoeg hebben een diameter van 16 mm en een lengte van 750 mm. Ze worden om de 80 cm aangebracht en wel zodanig dat de bestaande dwars- en langsstaven bij het boren niet worden geraakt. Deze verankeringen worden parallel met het oppervlak van het betonwegdek geplaatst. Ze worden na boring in het bestaande beton vastgegoten, op de helft van hun lengte. Voor kleine herstellingen (met een lengte van minder dan 2 m) is het echter geoorloofd om geen verankering aan te brengen.



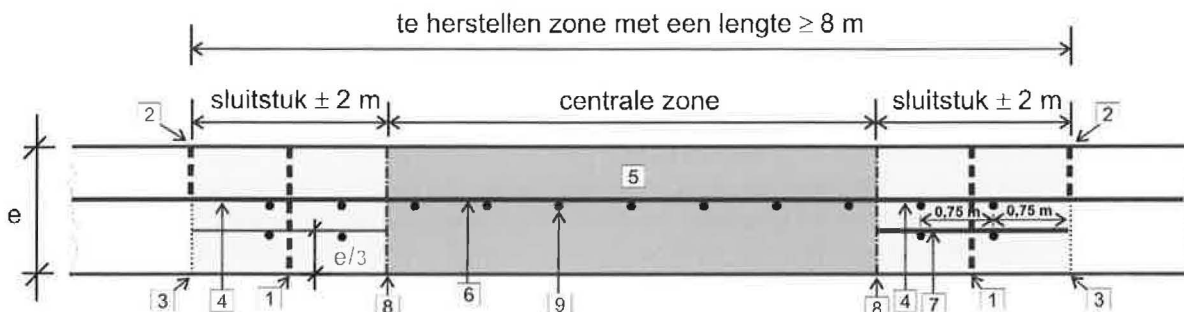
- 1 zaagsnede over de volledige dikte van het beton
- 2 zaagsnede op geringe diepte
- 3 verwijdering van het beton onder de wapening volgens een verticaal vlak
- 4 vrijmaken van de bestaande wapening over een lengte  $\geq 1$  m
- 5 opgebroken beton
- 6 nieuwe wapeningverbonden over 1 m met de bestaande wapening
- 7 supplementaire langswapening in het onderste 1/3 gedeelte van de verharding
- 8 dwarswapening

Afb. 33 – Heraanbrenging van de wapening in een herstelling in doorgaand gewapend beton

- Samenstelling van het beton: zie 6.3

Er moet een snelhardend beton ('fast-track' of zelfs 'ultra fast-track') worden gebruikt.

In geval van een lange herstelling (8 m) zal de herstelling plaatsvinden in 2 keer en met 2 verschillende betonsamenstellingen, zoals schematisch voorgesteld in afb. 34. Alleen de sluitstukken met een lengte van  $\pm 2,0$  m worden gebetonneerd met een snelhardend beton. Eerst wordt een centrale zone gebetonneerd (afb. 35). Deze zone wordt tot stand gebracht zoals een nieuwe constructie van een wegdek van doorgaand gewapend beton. De langswapening wordt vooraf vernieuwd over de hele lengte van de herstelling. De sluitstukken worden minstens 3 dagen na het aanbrengen van het beton van de centrale zone gebetonneerd.



- 1 zaagsnede over de volledige dikte van het beton
- 2 zaagsnede op geringe diepte
- 3 verwijdering van het beton onder de wapening volgens een verticaal vlak
- 4 vrijmaken van de bestaande wapening over een lengte van 1 m
- 5 gebroken beton
- 6 nieuwe wapening (centrale zone en sluitstukken) verbonden over 1 m met de bestaande wapening
- 7 supplementaire langswapening (sluitstuk) in het onderste 1/3 gedeelte van de verharding
  - eerst te storten centrale zone met een klassiek samengesteld beton overeenkomstig het gangbare bestek
- 8 recht scheidingsvlak
  - nadien te storten sluitstuk (minimum drie dagen na de plaatsing van het beton in de centrale zone) met (ultra) snelhardend beton
- 9 dwarswapening

Afb. 34 – Betonnering in meerdere fasen met sluitstukken





Afb. 35 – Betonning van een langere herstelzone in meerdere fasen door middel van sluitstukken. Deze worden aan beide uiteinden en minstens drie dagen na de centrale zone gebetonneerd

- Aanbrengen van het herstelbeton

De fundering wordt vóór het betonneren bevochtigd. Als het oppervlak van de herstelling slechts enkele m<sup>2</sup> is, kan de verdichting van het beton gebeuren met behulp van een trilnaald of een trilbalk. Voor grotere oppervlakken is een dubbele trilbalk onontbeerlijk. Langs de randen van de herstelling moet het beton in elk geval zorgvuldig worden verdicht met behulp van een trilnaald (afb. 36). Voor de herstelling van lange stukken weg zal een glijbekistingsmachine worden gebruikt. Het profiel van de herstelde zone moet zorgvuldig geïntegreerd worden in het tracé van de bestaande rijstrook.

Het aanbrengen van het snelhardende beton moet verplicht 's morgens gebeuren (ideaal uur: meestal 10 tot 11 uur). Tegen de 1e krimp van het doorgaand gewapend beton, na de uitvoering van de herstelling (d.w.z. bij de 1e afkoeling van de omgevingstemperatuur - de 1e nacht) moet de trekweerstand van het beton immers voldoende zijn om de trekspanning te kunnen absorberen. Als 's morgens wordt gebetonneerd, heeft het snelhardend beton verscheidene uren om deze weerstand op te bouwen. Naar schatting moet de drukweerstand van beton van 10 uur oud minstens 20 N/mm<sup>2</sup> benaderen.



Afb. 36 – Verwerking van het beton met de trilbalk. Langsbeen de zijranden wordt het beton bijkomend verdicht met de trilnaald

- Afwerking van het beton (afb. 37 en 38)

De herstelde zone moet een oppervlakttextuur hebben die gelijk is op die van het omgevende wegdek. Het beton wordt onmiddellijk beschermd tegen uitdroging met een nabehandelingsproduct en met een isolerende beschermingslaag, teneinde de ontwikkeling van de mechanische weerstand te bevorderen door de vrijgekomen hydratatie-warmte in het beton te houden.



Afb. 37 – Oppervlakbehandeling door bezemen van het verse betonoppervlak en verstuiven van een nabehandelingsproduct

- Weersomstandigheden op het ogenblik van de herstelling

Als de herstelling moet plaatsvinden tijdens een zeer warme periode, is het raadzaam om het aanpalende beton aan beide zijden af te koelen door er over een lengte van 50 m water op te sprenkelen, om de overlangse drukkrachten te beperken. Andere mogelijkheden zijn om deze 50 m aan beide zijden te bedekken met een laag nat zand van minstens 50 cm dik of met een weerkaatsende folie (verzilverd polyethyleen).



*Afb. 38 – Isolatie van de herstelling om de sterkteontwikkeling te bevorderen*

- Indienststelling

De indienststelling van het herstelde wegdek gebeurt nadat de plaats in haar oorspronkelijke staat is hersteld (afdichting van de langsvoeegen, reiniging, ...) en zodra het beton de minimumweerstand bereikt van 40 N/mm<sup>2</sup> gemeten op boorkernen van 100 cm<sup>2</sup>, of van 35 N/mm<sup>2</sup> op proefkubussen met een zijde van 15 cm onder geëxpandeerd polystyreen (zie 6.3).



## Het punch-out verschijnsel

Het probleem van de « punch-out » verscheen aan het eind van de jaren tachtig op enkele stukken autowegen van doorgaand gewapend beton die na 1981 waren aangelegd. Waarnemingen toonden snel aan dat het verschijnsel verwant was met het verschijnsel dat al eerder in de Verenigde Staten was vastgesteld. Het betreft breuken die zich meestal dicht bij de buitenrand van het wegdek bevinden en die leiden tot een fragmentatie van het beton en het uitrijden van blokken onder de dynamische inwerking van het verkeer. Het optreden van een punch-out is het gevolg van meerdere oorzaken waarvan de gelijktijdige inwerking het probleem doet evolueren naar een gevaarlijk eindstadium, waarbij dan een onmiddellijke ingreep noodzakelijk is, al is het maar tijdelijk.



De vier essentiële factoren die nodig zijn voor het optreden van dit type van beschadiging zijn: de aanwezigheid van water in het raakvlak betonplaat-fundering, een erosiegevoelige fundering, zwaar en intens verkeer aan de rand van de plaat, en dwarsscheuren dicht achter elkaar. Het vastgestelde verschijnsel is het volgende: het water dat onder de

rand van de betonplaat zit, komt onder druk te staan wanneer er zware voertuigen over rijden. Dit veroorzaakt een afslijting van de fundering door herhaald pompen van de buitenste rand van de verharding, wat leidt tot het ontstaan van kleine holten onder de plaat. De aanwezigheid van die holle ruimtes vermindert, als gevolg van het pompen, de lastoverdracht over de scheuren. Daaruit resulteert een sterke stijging van de buigspanningen in de dwarsrichting, wat er op de duur toe leidt dat er tussen 0,5 en 1 m van de rand van het wegdek een langsscheur ontstaat. Het aldus gevormde betonblok zal snel instabiel worden onder de inwerking van het verkeer en zal volledig fragmenteren, wat uiteindelijk tot de uitdrijving van stukken zal voeren. De afbeelding hierna stelt de verschillende stappen van de vorming van een « punch-out » voor.

Op te merken valt echter dat de aanwezigheid van scheuren kort achter elkaar alleen niet leidt tot het verschijnen van « punch-out ». Talloze autowegen die dit type van scheuren vertonen, zonder enig gevolg voor het gedrag van het wegdek, vormen daarvan het bewijs.

Naast de vier hierboven vermelde factoren, kunnen nog allerlei andere oorzaken bijdragen tot het min of meer vroegtijdig verschijnen van « punch-out ».

1/ De afschaffing van de laag bitumineus mengsel tussen het wegdek en zijn fundering.

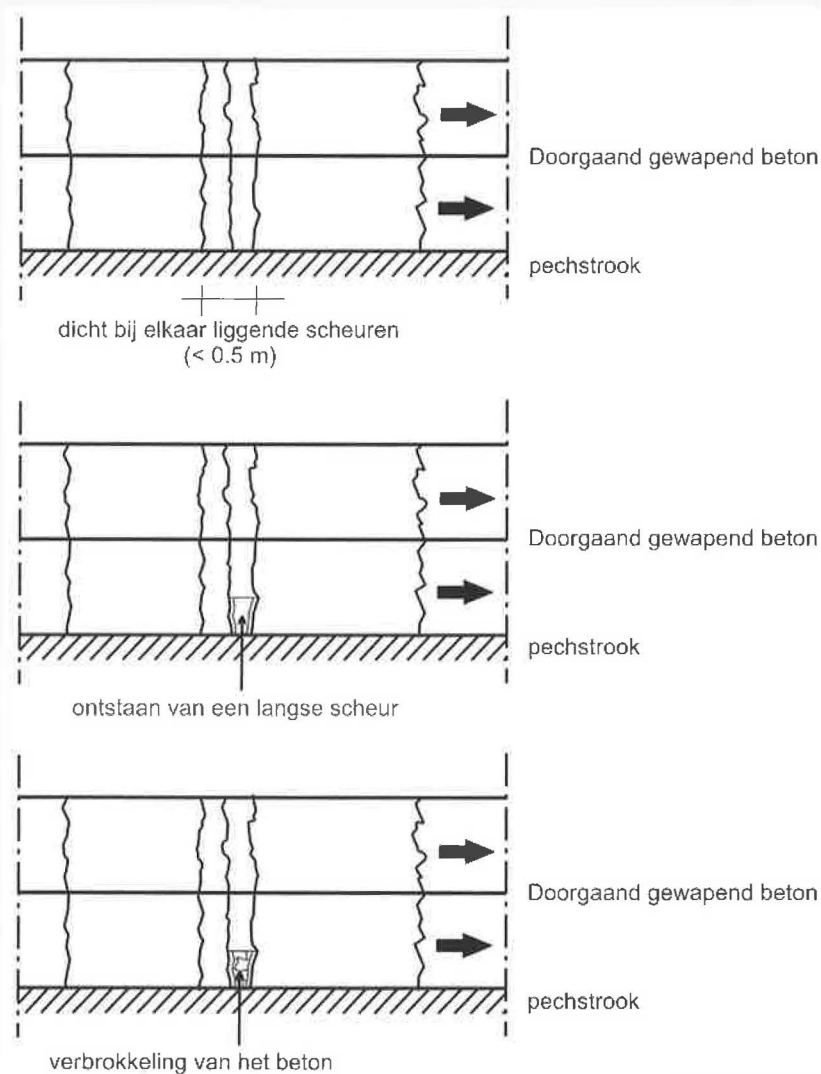
Oorspronkelijk was het de rol van deze laag om een homogene en effen ondergrond te vormen onder het beton. De structurele inbreng van deze laag werd niet in aanmerking genomen bij de dimensionering van de weg. Gezien de vooruitgang die werd geboekt in de afwerking van schraal beton en de hoge kostprijs van bitumen in het begin van de jaren 80, werd de asfaltlaag weggelaten. De voordelen van deze laag zijn echter veelvuldig. Zij zorgt voor een zeer goede aanhechting van het doorgaand gewapend beton aan zijn ondergrond, wat leidt tot een homogene scheurvorming van het wegdek en wat de aanwezigheid van water onder de betonplaat vermindert. Dankzij haar weerstand tegen erosie, is zij bestand tegen de gecombineerde effecten van water, verkeer en dooizouten. Zij beschermt de fundering uit schraal beton en maakt ze ondoorlatend, reeds voor het aanbrengen van het betonwegdek. Dankzij haar rheologisch karakter volgt zij gemakkelijker de vervormingen van het betonwegdek onder invloed van de temperatuurgradiënt en vormt zij een soepele isolatielaag tussen twee stijve lagen. Ten slotte draagt zij bij tot de versterking van de structuur.

## 2/ De kwaliteit van het schraal beton

Een slechte kwaliteit van het schraal beton en vooral van zijn oppervlak verhoogt de risico's op erosie aanzienlijk en vermindert de weerstand tegen vorst en dooizouten. Het schraal funderingsbeton dat voorgeschreven is in de Belgische bestekken is door zijn beperkt cementgehalte een erosiegevoelig materiaal. De voorgeschreven eisen inzake druksterkte van schraal beton werden verminderd bij het invoeren van het typebestek 150 in 1978. De fundering moet dus aan het oppervlak worden beschermd door een dichte laag die ongevoelig is voor de inwerking van dooizouten. Op sommige stukken van aangetaste autowegen heeft men echter de volgende fouten kunnen opmerken:

- schraal beton dat een zeer geringe drukweerstand vertoont, van heterogene aard en van middelmatige kwaliteit;
- weinig of geen bescherming tegen uitdroging van het schraal beton op het ogenblik van de verwerking, terwijl de in de bestekken voorziene emulsielaag bovendien bijdraagt tot het ondoorlatend maken van het oppervlak;
- een verwerking in de winter zonder doeltreffende bescherming tegen vorst;
- een uitvoering in twee lagen, de ene 15 cm dik, de andere 5 cm dik, wat leidt tot een loslating van het beton aan het raakvlak van de twee lagen en tot een erosie van het bovenste deel.

### Stappen in de vorming van een punch-out





### 3/ De weersomstandigheden

Het aantal « punch-outs » stijgt vooral in de wintermaanden tengevolge van meer regenval en van de inwerking van vorst en dooizouten. Overigens bevinden de wegen die het meest getroffen zijn zich ten zuiden van Samber en Maas, in een streek die gekenmerkt wordt door een strengere klimaat en een hogere frequentie van vorst-dooicycli.

### 4/ De drainering aan de rand van de plaat en de waterdichtheid van de langsvoeegen

Een goede drainering van de pechstrook ter hoogte van de scheiding tussen wegdek en fundering is essentieel om te vermijden dat het water dat voornamelijk door de langsvoeg tussen het wegdek en de pechstrook is doorgesijpeld, onder de rand van de plaat wordt ingesloten en zo een « waterval » vormt. Daarom moet de afdichting van de langsvoeegen en hun onderhoud zo goed mogelijk gebeuren en moet in voorkomend geval in een waterdoorlatende fundering onder de pechstrook worden voorzien.

### 5/ De dikte van de verharding van doorgaand gewapend beton

De vermoeiingsweerstand van een betonplaat is groter naarmate de plaat dikker is. Gezien de toename van het zware verkeer zijn de risico's op beschadigingen groter omdat de laag bitumineus mengsel werd weggelaten en de dikte van het wegdek niet werd aangepast.

### 6/ Het belang van het randeffect

De spanningen in een betonplaat nemen aanzienlijk toe naarmate de belasting zich aan de rand van de plaat situeert. Op stijve verhardingen maken de gestegen agressiviteit van het zware verkeer, met name door het gebruik van tridemassen, en de eventuele overbelasting, deze situatie nog erger. Er bestaan verschillende oplossingen voor dit probleem:

- op de bestaande wegen de markering op het betonwegdek en niet op de pechstrook aanbrengen; het zware verkeer wordt daardoor ongeveer 30 cm naar de binnenkant van de plaat verplaatst;
- voor nieuwe wegen een verbreding van het wegdek met minstens 50 cm of zelfs 75 cm overwegen, of een pechstrook uit beton die tegelijk met het wegdek wordt gelegd, met andere woorden, zonder overlangse werkvoeg.

### 7/ Het niveau van het wapeningsnet en het percentage langswapening

De verlaging van het niveau van het wapeningsnet, alsook de vermindering van het percentage langswapening, leiden tot een vergroting van de opening van de scheuren aan het oppervlak van het wegdek, door thermische en hygrometrische invloeden. Deze bredere scheuren zorgen voor een minder goede waterdichtheid en een minder goede lastoverdracht en zullen dus de neiging vertonen af te brokkelen. De plaatsing van de wapening in het bovenste derde van het wegdek en een hoger wapeningspercentage zijn in dit opzicht dus gunstiger.

### 8/ De afstand tussen de wapening en de rand van het wegdek

Een te grote afstand tussen de eerste langsstaf en de rand van de plaat vermindert de lastoverdracht van belastingen op die plaats en verhoogt dus de buigspanningen in de dwarsrichting. De eerste staf moet zich verplicht op minder dan 13 cm van de rand bevinden, terwijl een afstand van meer dan 25 cm werd waargenomen in bepaalde vakken van autowegen.

## Het verschijnsel van het opstuiken van het beton van de wegdekken uit doorgaand gewapend beton

In het algemeen zijn de problemen van opstuiken in verhardingen uit doorgaand gewapend beton gelokaliseerd op plaatsen waar het beton een zekere broosheid vertoont, vaak als gevolg van een slechte verdichting van het beton. Dit verschijnsel doet zich meestal voor aan dagvoegen of stortnaden door een slechte verdichting of een gebrek aan zorg tijdens hun uitvoering.

Bij zeer warm weer zet beton uit. De horizontale drukkrachten die daaruit voortkomen, zijn zeer hoog en worden volledig overgebracht op de bovenste laag van het beter verdichte beton (excentrische kracht), wat leidt tot de verbrijzeling en de fragmentatie ervan en ten slotte tot het knikken van het wegdek. Bovendien is het zeer poreuze of holle beton dat zich onder het wapeningsnet bevindt vaak verzadigd met de pekels die afkomstig is van de doozouten. Op termijn veroorzaakt dit een versnelde beschadiging van het beton door vorst-dooicycli en eventueel het corroderen of zelfs het breken van de wapeningen.

In het algemeen doen de problemen zich voor aan het einde van de lente, eind mei en juni. Op dat ogenblik zit het beton nog vol vocht en is het dus « opgezwollen ». De uitzetting die plaatsvindt bij de eerste warmte is dus veel ernstiger. Bovendien schijnt de zon in juni langer en kunnen de verschillen tussen de nacht- en dagtemperaturen vrij groot zijn.

Opstuiking in wording ter hoogte van een dagvoeg



Volledig doorgeroeste langswapeningstaven ter hoogte van een einddagvoeg (na 35 jaar dienst). Deze voegen staan altijd meer geopend dan een klassieke scheur in doorgaand gewapend beton, wat de corrosie van de wapening op die plaats bevordert.





## 6.3 SAMENSTELLING VAN HERSTELBETON

### 6.3.1 CRITERIA EN MOGELIJKHEDEN

Alleen de herstellingen waarbij de betonverharding over haar hele dikte wordt vervangen, worden hier besproken (gedeeltelijk uitbreken van een plaat, vernieuwing van een of meer platen, schade aan een wegdek uit doorgaand gewapend beton).

Herstelbeton moet aan een of meer van de volgende voorwaarden beantwoorden.

- De samenstelling van het beton moet mogelijk zijn met de materialen die gewoonlijk beschikbaar zijn in de centrales voor stortklaar beton, aangezien de benodigde hoeveelheden meestal gering zijn.
- Het beton moet zeer goed verwerkbaar zijn en blijven, om in moeilijke omstandigheden en met beperkte verdichtingsapparatuur te kunnen worden aangebracht.
- Op wegvakken met veel verkeer moet de onderbreking van het verkeer tot een minimum worden beperkt. Een snelle verharding van het beton is dus een belangrijk criterium. In dit opzicht wordt meestal gesteld dat het verkeer opnieuw kan worden toegelaten wanneer de drukweerstand op boorkernen groter is dan  $40 \text{ N/mm}^2$ . De overeenkomstige drukweerstand op een proefkubus van 15 cm onder geëxpandeerd polystyreen is  $35 \text{ N/mm}^2$ .
- De definitieve drukweerstand na 90 dagen moet bovendien beantwoorden aan de eisen van het typebestek dat van toepassing is.

### 6.3.2 SAMENSTELLING VAN HET BETON VOOR HERSTELLINGEN WAARBIJ DE ONDERBREKINGSDUUR VOOR HET VERKEER NIET BELANGRIJK IS

Als de duur van de onderbreking van het verkeer van het herstelde vak bij het project in kwestie geen belangrijk gegeven is, zal voor het stelbeton een « klassieke » samenstelling gekozen worden die beantwoordt aan de geldende typebestekken.

Deze klassieke samenstelling zal ook gebruikt worden voor herstellingen over grotere lengte ( $\geq 8 \text{ m}$ ) in doorgaand gewapend beton en waarbij de techniek van de sluitstukken wordt gebruikt (zie 6.2). Voor herstellingen van doorgaand gewapend beton over kleine lengten en voor de betonnering van sluitstukken moet verplicht een snelhardend beton worden gebruikt (zie 6.3.3).

Het bijzonder bestek laat dus aan de aannemer de vrije keuze van de samenstelling van het beton voor zover deze voldoet aan de eisen van het typebestek inzake cementgehalte, water-cementfactor, luchtgehalte,  $D_{\text{max}}$  van de granulaten en kenmerken van de granulaten (o.a. de versnelde polijstingscoëfficiënt - cfr. norm NBN EN 12620 - die niet kleiner mag zijn dan 50 voor weg beton, wat het gebruik van gebroken kalksteenslag uitsluit). Tevens moet het beton voldoen aan eisen inzake druksterkte, waterabsorptie en bestandheid tegen vorst in aanwezigheid van dooizouten.

Bij herstelwerken waarvoor men slechts beschikt over een beperkte verdichtingsapparatuur (trilnaalden en trilbalk) zal ook een superplastificeerder worden gebruikt om de verwerkbaarheid van het beton aanzienlijk te verhogen, met inachtneming evenwel van de watergehaltes. Op die manier, en door middel van een beton met een perfect bestudeerde korrelbouw, zal men een verhard beton krijgen dat aan de herstelling een goede duurzaamheid geeft.

### 6.3.3 SAMENSTELLING VAN HET BETON WAARDOOR HET VERKEER SLECHTS VOOR HEEL KORTE DUUR HOEFT TE WORDEN ONDERBROKEN

Zowel in België als in het buitenland heeft het gebruik van speciale betonsoorten het mogelijk gemaakt om een weerstand te krijgen die volstaat om het verkeer 3 dagen, 2 dagen of zelfs 24 uur na het aanbrengen van het nieuwe wegdek al opnieuw toe te laten. Deze techniek is beter gekend onder de internationale benaming « (ultra) fast-track concrete paving ». Hij zal worden gebruikt bij de herstelling van betonwegen met veel verkeer, om de hinder voor het verkeer zoveel mogelijk te beperken, en in het algemeen voor alle kleine herstellingen in doorgaand gewapend beton. In dit laatste geval is het immers belangrijk om beton te gebruiken dat snel een hoge mechanische weerstand vertoont. Bij de eerste krimp van het materiaal na de betonnering (d.w.z. bij de eerste afkoeling in de nacht die volgt op de betonnering) moet de trekweerstand van het beton immers voldoende zijn om de horizontale trekspanningen te absorberen. Er wordt aangenomen dat deze weerstand voldoende is als de druksterkte van beton van 10-12 uur oud ongeveer  $20 \text{ N/mm}^2$  bedraagt.

Naast het gebruik van een snelhardend beton zal het verkrijgen van hoge mechanische weerstanden op zeer korte tijd (10-12 uur) bevorderd worden door 's morgens te betonneren (ideaaliter rond 10 - 11 uur) en door het beton onmiddellijk na het aanbrengen te isoleren met een laag van geëxpandeerd polystyreen van minstens 5 cm dik.

Er zal een minimale hinder voor het verkeer worden verkregen door het volgende werkschema toe te passen:

- vrijdag : opbreken en eventueel reconstructie van de fundering;
- zaterdag : aanbrengen van snelhardend beton;
- zondag : afwerking (afdichten van de voegen, wegmarkering, ...);
- maandag  
om 6 uur 's morgens : openstelling voor het verkeer.

Het cementgehalte van dit beton schommelt tussen 425 en 450 kg/m<sup>3</sup>. Voor ultrasnelle herstellingen dient een portlandcement te worden gebruikt (CEM I 52,5 N of R LA of CEM I 42,5 N of R LA). Als men een verharding van 72 uur voor ogen heeft, is het ook mogelijk een hoogovencement te gebruiken (CEM III/A 42,5 N LA) vermengd met 20 tot 25 % cement CEM I 42,5 R of 52,5 R. Deze beperking van de hoeveelheid portlandcement is nodig om het alkaligehalte binnen de opgelegde limieten te houden. Het gebruik van cement CEM III/A 42,5 N LA maakt het mogelijk om een beter verwerkbaar en dus gemakkelijker aan te brengen beton te krijgen.

De korrelopbouw van het beton zal continu zijn met gebroken steenslag met korrelmaat 2/6 en 6/20. De fractie 20/32 is meestal afwezig, teneinde het aanbrengen van het beton te vergemakkelijken.

De water-cementfactor wordt bepaald op basis van de gewenste maximale verhardingstijd, maar moet hoe dan ook onder de 0,40 liggen. Deze lage water-cementfactor heeft niet alleen een positief effect op de ontwikkeling van de weerstand, maar ook op de duurzaamheid en de scheurgevoeligheid van dit beton, ondanks het hoge cementgehalte. De toevoeging van een bepaalde hoeveelheid superplastificeerder is noodzakelijk om de water-cementfactor onder de 0,40 te houden en gebeurt meestal gedeeltelijk in de betoncentrale en gedeeltelijk op de werf in de betonmixers.

De hoeveelheid beton per betonmixer zal altijd beperkt zijn tot de noodzakelijke hoeveelheid voor de te herstellen zone, om steeds een zo kort mogelijke termijn te hebben tussen de fabricage en het storten.

We wijzen erop dat in het bestek steeds oriënterende proeven moeten worden voorzien, om goed de parameters van de betonsamenstelling te kunnen bepalen die het mogelijk maken om bij de verwachte temperatuur de gewenste weerstanden te bereiken. Tabel 8 hierna bevat aanbevelingen inzake de samenstelling van het beton, afhankelijk van de omgevingstemperatuur.

**Tabel 8 – Aanbevelingen voor de keuze van cement voor snelhardend beton**

Minimale temperatuur	Te gebruiken cement		
	CEM I LA 42,5 of 52,5 N of R	Mengeling CEM III/A 42,5 N LA + 20 – 25 % CEM I 42,5 R of 52,5 R	CEM III/A 42,5 N LA
≤ 10 °C	min 425 kg/m <sup>3</sup>	/	/
10 < T < 20 °C	min 425 kg/m <sup>3</sup>	450 kg/m <sup>3</sup>	/
≥ 20 °C	van 425 tot 450 kg/m <sup>3</sup>	450 kg/m <sup>3</sup>	450 kg/m <sup>3</sup>

- Opmerkingen :
1. 450 kg/m<sup>3</sup> is een maximum
  2. Gehalte aan Na<sub>2</sub>O eq. van het mengsel CEM III/A – CEM I is kleiner dan of gelijk aan 0,9 %
  3. W/C ≤ 0,40

Bij het aanbrengen van snelhardende betonplaten moeten de krimpvoegen sneller worden ingezaagd dan bij een klassieke herstelling, met name tussen 4 en 12 uur na het aanbrengen van het beton, volgens de samenstelling en de weersomstandigheden.

Hierna worden enkele praktische voorbeelden gegeven van het gebruik van snelhardend beton.

### Geval nr 1

#### Voorbeeld van snelhardende betonsamenstelling Laboratoriumresultaten

##### • Samenstelling van het beton

Gebroken porfier 6/20:	900	kg/m <sup>3</sup>
Gebroken porfier 2/6:	290	kg/m <sup>3</sup>
Rivierzand 0/3:	670	kg/m <sup>3</sup>
Cement CEM I 52,5 R LA:	450	kg/m <sup>3</sup>
Totaal water:	154	l/m <sup>3</sup>
Superplastificeerder:	7,50	kg/m <sup>3</sup>
Totaal:	2472	kg/m <sup>3</sup>

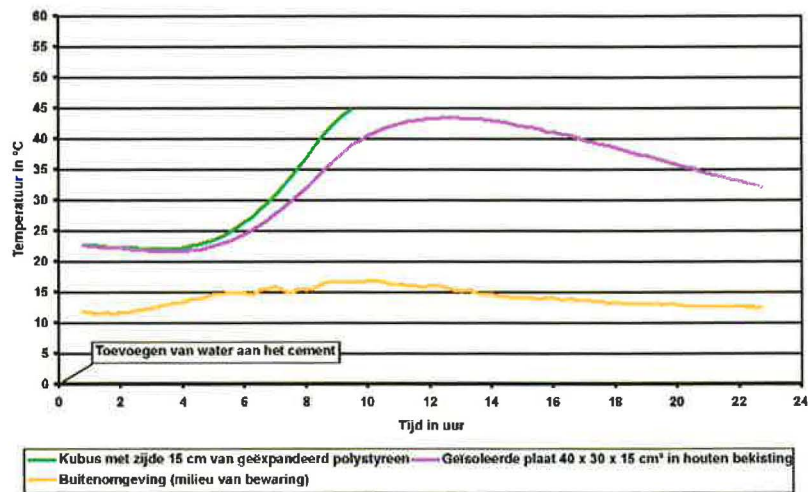
De superplastificeerder wordt toegevoegd in 2 halve fracties: een eerste halve fractie op het vers aangemaakte beton en een tweede halve fractie op het beton van 30 minuten oud.

##### • Eigenschappen van het beton

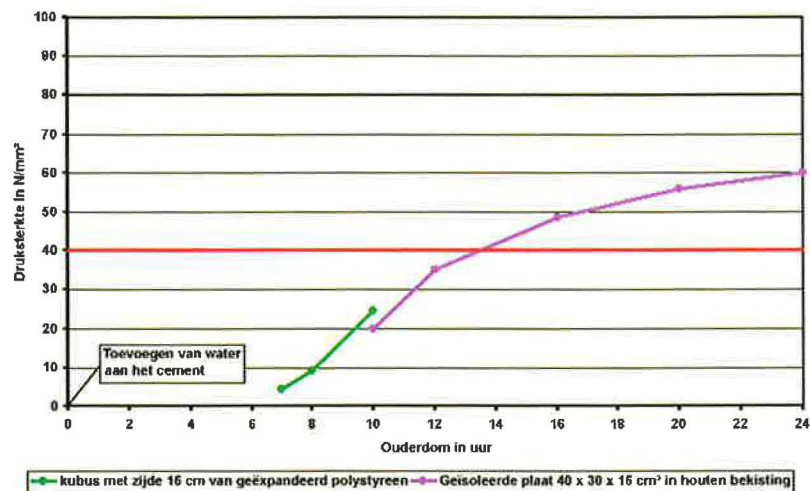
Water-cementfactor  $\approx 0,35$ .

Slump = 200 mm.

Soortelijke massa van het verse beton = 2475 kg/m<sup>3</sup>



Afb. 39 - Evolutie van de betontemperatuur door middel van ingebrachte thermokoppels



Afb. 40 - Evolutie van de drukweerstand op geïsoleerde polystyreen kubussen met zijde 15 cm en op kernen met 100 cm<sup>2</sup> doorsnede en 10 cm hoogte ontnomen uit geïsoleerde platen

Op te merken valt dat de druksterkte van 40 N/mm<sup>2</sup> wordt verkregen na  $\pm 14$  uur.

## Geval nr. 2

Opwijk, N 47, herstelling van een wegdek van gedeuvelde betonplaten

oktober 2003

- **Betonsamenstelling**

Gebroken porfier,  $D_{\max} = 32$  mm

Cement CEM I 52,5 R LA

- **Verwerking van het beton**

Aanbrengen door middel van trilnaalden en trilbalk.

Oppervlakbehandeling: geborsteld.

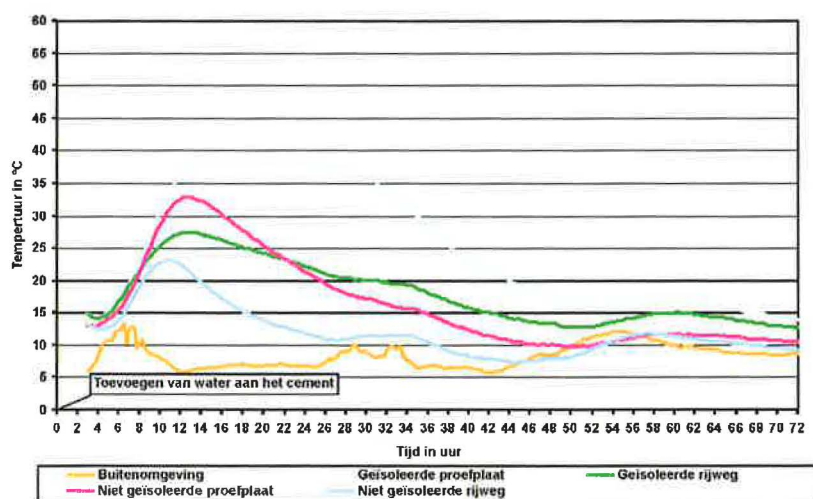
Eén plaat is aan het oppervlak geïsoleerd, de andere niet, teneinde de invloed te bepalen van de isolatie op de termijn voor het opnieuw openstellen voor het verkeer.

- **Eigenschappen van het beton**

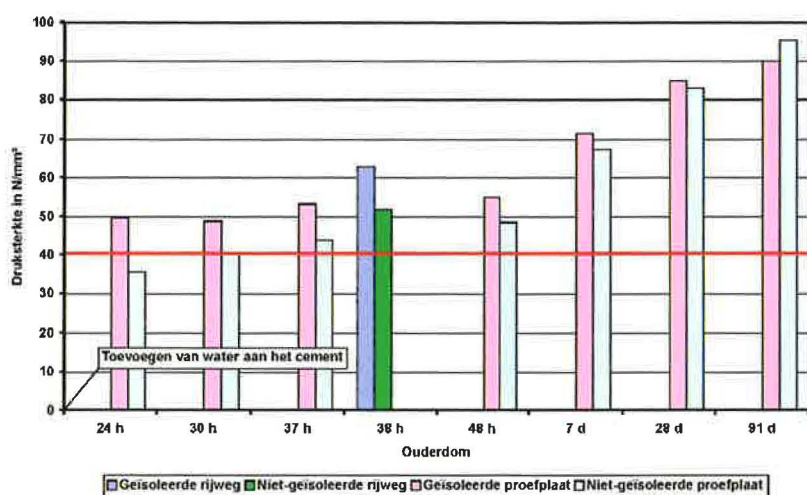
Slump = 60 mm.

Soortelijke massa van het verse beton =  $2.450 \text{ kg/m}^3$ .

Totaal watergehalte =  $179 \text{ l/m}^3$ .



Afb. 41 – Evolutie van de betontemperatuur door middel van ingebrachte thermokoppels



Afb. 42 – Evolutie van de drukweerstand op boorkernen met  $100 \text{ cm}^2$  doorsnede en  $10 \text{ cm}$  hoogte

Op te merken valt dat als de in de laboratoriumplaten geboorde kernen de gewenste druksterkte bereiken, de betonverharding ook met zekerheid de gewenste weerstand bereikt. Het gunstige effect van de isolatie is ook gemakkelijk waar te nemen.



**Geval nr. 3**  
**Autoweg E40 Brussel-Luik, km 69,0**  
**herstelling van een wegdek uit doorgaand gewapend beton**

• **Betonsamenstelling**

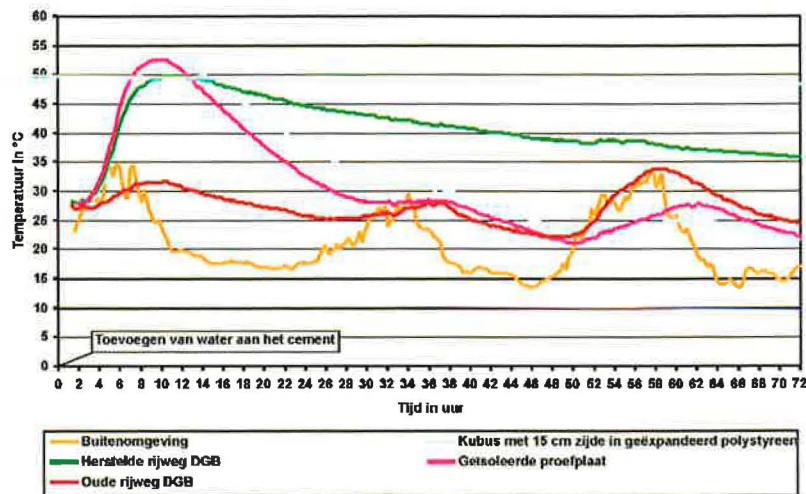
Gebroken riviergrind,  $D_{max} = 22 \text{ mm}$   
 Cement: mengsel CEM III/A 42,5 N LA – CEM I 52,5 N

• **Verwerking van het beton**

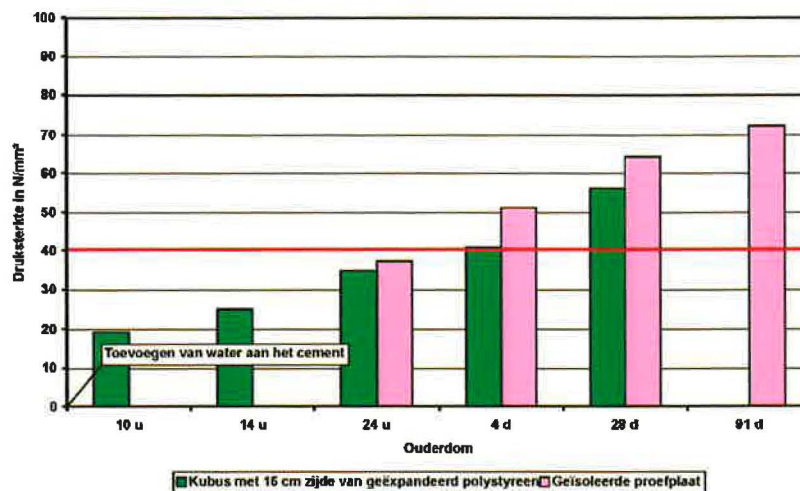
Aanbrengen door middel van trilnaalden en trilbalk  
 Oppervlakbehandeling: geborsteld  
 Isolatie van het oppervlak om de ontwikkeling van de mechanische weerstanden te bevorderen vóór de afkoeling tijdens de eerste nacht.

• **Eigenschappen van het beton**

Slump = 45 mm.  
 Soortelijke massa van het verse beton =  $2370 \text{ kg/m}^3$ .  
 Totaal watergehalte =  $207 \text{ l/m}^3$ .



Afb. 43 - Evolutie van de betontemperatuur door middel van ingebrachte thermokoppels



Afb. 44 - Evolutie van de drukweerstand op geïsoleerde polystyreen kubussen met zijde 15 cm en op kernen met  $100 \text{ cm}^2$  doorsnede en 10 cm hoogte ontnomen uit geïsoleerde platen

Op te merken valt dat bij de eerste afkoeling na het betonneren de druksterktes al hoog zijn ( $\pm 25 \text{ N/mm}^2$  op proefkubussen na 14 uur).

## 6.4 VERVANGING EN/OF VERSTERKING VAN DE FUNDERING MET BEHULP VAN WALSBETON

Voor herstellingswerken waarbij de fundering moet worden vernieuwd, is het interessant om die fundering in walsbeton te voorzien. Dit is een beton waarvan de gemiddelde druksterkte op boorkernen minstens  $20 \text{ N/mm}^2$  bedraagt na 90 dagen. Dit beton heeft over het algemeen een weerstand van meer dan  $10 \text{ N/mm}^2$  na 7 dagen.

Walsbeton wordt gekenmerkt door een samenstelling met een granulometrie die beperkt is tot 20 mm en met een cementgehalte van minstens  $200 \text{ kg/m}^3$ . Het biedt het doorslaggevende voordeel van een bijna onmiddellijke indienststelling na de verwerking. Voor een dergelijke fundering, die net als schraal beton wordt aangebracht met een laag vochtgehalte (meestal in de orde van 5 tot 7 % van de totale massa van het droge materiaal) en die een zeer intense verdichting ondergaat, moeten, om een onregelmatige scheurvorming te vermijden, voegen worden ingezaagd met een tussenafstand van hoogstens 5 m. Voor een wegdek uit platenbeton moeten de voegen van de fundering in walsbeton overeenkomen met die van de betonplaten. Zoals voor alle andere cementgebonden funderingen is het noodzakelijk om het walsbeton tegen uitdroging te beschermen. Dit gebeurt door het aanbrengen van een bitumineuze emulsie of door het oppervlak voldoende lang vochtig te houden totdat het bijvoorbeeld bedekt wordt met de deklaag.



De werkvoegen worden gerealiseerd op het einde van elke dagproductie of in geval van een onderbreking in het betonneren van langer dan 2 uur. Het vlak van de voegen is rechtlijnig, verticaal en loodrecht op de as van de verharding.

Bij de werkherneming wordt het nieuwe beton rechtstreeks tegen het verharde beton gestort. Al de betonresten en brokstukken moeten verwijderd worden en het werkvlak moet volledig gereinigd worden. Het trillen van het beton aan beide zijden van de werkvoeg wordt vervolledigd met een afzonderlijke trilnaald.



## 7. HERSTELLING VAN AF- EN UITBROKKELINGEN

De oorzaken, de evolutie en de diagnose van de beschadigingen aan de scheur- of voegranden, evenals verschillende andere plaatselijke beschadigingen werden in detail behandeld in de voorgaande hoofdstukken. In geval van laattijdige interventie zal bovendien vaak secundaire schade optreden, in de vorm van af- en uitbrokkelingen, en een min of meer ingrijpende interventie vergen, die uitgebreide herstellingen omvat met gebruikmaking van mortels op basis van gemodificeerd hydraulisch bindmiddel (GHB – mortel op basis van cement waaraan polymeren werden toegevoegd) of harshoudend bindmiddel. De ingreep bestaat er dus in een afbrokkeling of een beschadigde voeg-, plaat- of scheurrand met een mortel te herstellen. Hierbij dient genoteerd dat het gebruik van gietasfalt in het algemeen niet efficiënt is voor de herstelling van een voeg, van een plaatrand enz.

De voorafgaande werken bestaan uit het voorbereiden van de ondergrond en de eventuele voorlopige bekisting, zodanig dat de reparatiemortel perfect aan het beton hecht. De ondergrond is schoon, bestaat uit gezond beton (verwijdering van de betonafbrokkelingen) en is begrensd door een onregelmatig oppervlak. De bodem en de wanden van het afgebroken gedeelte worden geborsteld en gereinigd door schoonblazen met perslucht. Sporen van olie of van afdichtingsproduct worden verwijderd. De mortel op basis van harsen wordt aangebracht op schoon en droog beton. De GHB-mortel wordt aangebracht op schoon en met water verzadigd beton. De herstelling wordt beschermd met behulp van een nabehandlungsproduct of een kunststof membraan. De herstelling wordt gladgestreken en perfect in het wegprofiel geïntegreerd. De scheuren of de bestaande voegen worden in ieder geval behandeld en afgedicht.



*Afb. 45 – Uitbrokkeling van beton die kan hersteld worden met een gemodificeerd hydraulisch bindmiddel of harshoudend bindmiddel (epoxy)*



## 8. HERSTELLING VAN AFSCHILFERINGEN

Afschilferingen zijn een verschijnsel dat zich doorgaans op een veralgemeende manier voordoet. De hoofdoorzaken zijn een slechte betonkwaliteit en/of een onvoldoende bescherming. Mortelbepleistering van het verse beton kan ook een oorzaak van afschilfering zijn.

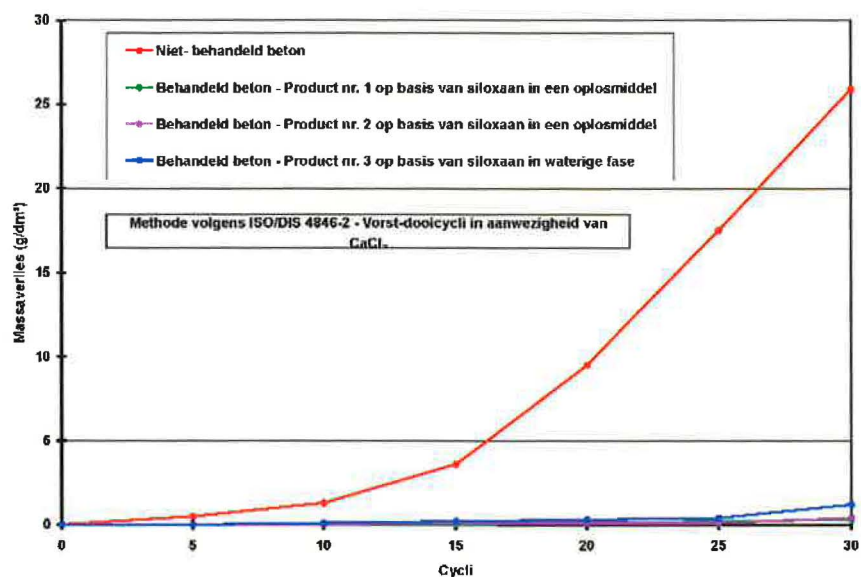
Vorstschade onder invloed van dooizouten bespoedigt het zichtbaar worden van poreus beton in de oppervlaktelaag, vooral langsheen de wegranden (eventueel op de kantstroken) waar de zoutconcentratie vanwege de dwarshelling van het wegdek het hoogst is.

De inwerking van de dooizouten op een beton dat heel veel poriën bevat kan als volgt worden geschematiseerd: de smelting van het ijs op het zout is een endotherme reactie die plaatselijk het verschijnen van heel lage temperaturen kan veroorzaken (tot  $-20^{\circ}\text{C}$ ) in het oppervlakgedeelte van de betonverharding. Deze temperatuurverlaging van de verharding veroorzaakt het optreden van trekspanningen in de bovenlaag van het beton, als gevolg van de differentiële thermische krimp die door de onderliggende warmere betonlagen wordt tegengewerkt, en trekkrachten in de mortelbruggen tussen de poriën. Deze spanningen zijn te wijten aan de expansiekrachten uitgeoefend door het water dat bevroest op de wanden van de holtes van de bovenste betonlaag die reeds is onderworpen aan krimp. De gecumuleerde invloed van deze twee verschijnselen ligt aan de basis van het afschilferingsproces van een onvoldoende compact beton.

Het afschilferen kan worden voorkomen door een heel compact beton aan te maken dat weinig mortel en weinig macroporiën bevat. Een minder compact beton kan echter ook bestand gemaakt worden tegen de invloed van vorst als het een luchtbelvormende hulpstof bevat. De microporiën die aldus in het beton worden ingebracht creëren de nodige ruimte om de uitzetting als gevolg van het kristalliseren van het water in de poriën op te vangen.

De herstelling van de afschilferingen kan zich op twee niveaus voordoen. Als het verschijnsel tijdig wordt ontdekt, kan een snelle preventieve behandeling met impregneermiddelen verdere schade voorkomen. Als anderzijds de afschilfering reeds een gevorderd stadium heeft bereikt, blijven twee oplossingen mogelijk: hameren of afschaven (zie 10.3), ofwel het aanbrengen van een overlaging in asfalt (zie 11.5).

Als het afschilferingsrisico tijdig wordt ontdekt, kan men in het laboratorium vorstproeven uitvoeren in de aanwezigheid van dooizouten op een bepaald aantal kernen (methode ISO/DIS 4846-2). Het massaverlies gemeten na een bepaald aantal vorst-dooicycli kan gelden als een goede maatstaf voor de schade door afschilfering waaraan men zich kan verwachten. Vanaf een massaverlies van 10 tot 15  $\text{g}/\text{dm}^2$  (oppervlak van de boorkern) kan men spreken van een gematigde afschilfering. De textuur is dan slechts lichtjes beschadigd en een interventie zal alleen in uitzonderlijke gevallen nodig zijn. Vanaf ongeveer 20  $\text{g}/\text{dm}^2$  is het steenskelet al in die mate ontbloot dat zich een preventieve behandeling opdringt. Dit soort behandeling heeft afdoende resultaten opgeleverd op talrijke werven (afb. 46). Hierbij dient genoteerd dat de werking van sommige producten niet permanent is en dat de behandeling dus regelmatig moet worden hernieuwd (om de 5 jaar).



Afb. 46 – Invloed van de behandeling met een impregnatieproduct op de weerstand tegen vorst in aanwezigheid van dooizouten

## 9. HERSTELLING VAN DE VLAKHEID

In dit hoofdstuk worden herstellingsprincipes behandeld waarmee plaatselijke oneffenheden en verzakkingen in het rijwegoppervlak kunnen worden weggewerkt.

Plaatselijke oneffenheden vormen zich tijdens de aanleg: werkvoegen, onderbrekingen in de continuïteit van het betonneren door uiteenlopende oorzaken (bevoorrading, machinedefect, fout in de geleiding van de glijbekistingsmachine enz.). Meestal en bij voorkeur worden deze oneffenheden onmiddellijk gecorrigeerd, terwijl het beton nog vers is.

Anderzijds worden de verzakkingen veroorzaakt door progressieve verschijnselen die zich kunnen voordoen in de nabijheid van de voegen (pompen) of hun oorzaak vinden in een verzakking van de ondergrond of een erosie van de fundering.

### 9.1 WEGNEMEN VAN DE ONEFFENHEDEN VAN HET PROFIEL

De plaatselijke oneffenheden worden gemakkelijk in cijfers uitgedrukt door middel van de lat van 3 m, terwijl de kwaliteit van het algemene profiel van een wegvak meer bepaald wordt geraamd door metingen met de lengteprofielanalysator (APL). Op basis van het resultaat van deze metingen kunnen relatief kleine bulten en verzakkingen worden weggenomen zodat een resultaat wordt bekomen binnen de toelaatbare afwijkingen van een goed gekozen gemiddeld profiel.

Het verwijderen van dergelijke oneffenheden stelt niet veel problemen. In herstellingen gespecialiseerde ondernemingen beschikken over een gamma machines die het betonoppervlak geleidelijk uitvlakken door het af te slijpen of te frezen (10.3). Deze machines kunnen ook worden gebruikt om plaatselijk de stroefheid te verbeteren of om te opvallende plaatselijke afschilferingen te behandelen.

### 9.2 OPPIERSING OF STABILISATIE VAN DE VERZAKTE ZONES

De oneffenheden die optreden in het lengteprofiel van de weg door verzakkingen zijn ofwel te wijten aan een pompverschijnsel ter hoogte van scheuren of niet-gedevelde (uitzet)voegen op een niet gebonden fundering, ofwel aan differentiële zettingen die zich kunnen voordoen op een weinig draagkrachtige grond of op slecht verdichte ophogingen. Hoe niveaoverschillen ter hoogte van scheuren en voegen veroorzaakt worden werd reeds uitvoerig besproken in hoofdstuk 1. De trapvorming ontstaat progressief door het kloppen van de platen en kan gaan van enkele millimeters tot verscheidene centimeters.

Als het verschijnsel een gevolg is van een onvoldoende ondersteuning van de platen en tijdig wordt vastgesteld, kan een eenvoudige stabilisering door injectie van een dunne cementmortel een bevredigende oplossing bieden. De platen worden dan gestabiliseerd door opvulling van de bestaande holten, zonder dat er sprake is van oppersen. Een dergelijke behandeling kan ook worden uitgevoerd voorafgaand aan het overlagen van een te vernieuwen wegdek.

Kleinere of grotere niveaoverschillen veroorzaakt door zwaar en intensief verkeer kunnen worden weggewerkt door injectie, op voorwaarde dat de platen niet te sterk gefragmenteerd zijn vanwege secundaire scheuren (de fragmenten zouden dan te klein zijn). In dit geval van gevorderde scheuren of beschadigingen moet voor andere oplossingen worden gekozen, zoals de gedeeltelijke heraanleg of in extreme gevallen een algemene overlaging.

De operatie omvat dus het injecteren van een dunne cementmortel via gaten die in de betonverharding geboord worden, om de ontstane ruimte eronder te vullen, het wegdek te stabiliseren en de vlakheid van het oppervlak te herstellen. Gaten met een diameter van ongeveer 50 mm worden geboord doorheen het wegdek tot een niveau van 3 cm lager dan het te injecteren niveau. Als het om een wegdek in doorgaand gewapend beton gaat, wordt de bestaande wapening eerst opgespoord door middel van een aangepaste detector. De boormachine blijft ter plaatse gedurende de injectiewerken om indien nodig bijkomende gaten te kunnen maken.

De afstand tussen de gaten wordt gekozen in functie van de hoogte van de te verwezenlijken oppersing. De tussenafstand mag echter niet meer dan 2 m bedragen, terwijl de afstand tussen de buitenste rij van de gaten en een langstrand van een plaat tussen 0,75 m en 1 m bedraagt. Bovendien moeten de gaten minstens 0,80 m verwijderd zijn van een voeg of van een scheur, behalve natuurlijk bij een wegdek in doorgaand gewapend beton.

De injectiemortel bestaat uit een mengsel van water en van voorgedoseerde bereide producten die hoofdzakelijk cement en andere eventuele componenten bevatten zoals bentoniet, vliegias, hulpstoffen of andere toevoegingen. De dunne mortel wordt bereid in een dwangmengmolen. De mengtijd wordt zodanig geregeld dat een homogeen mengsel zonder klonters wordt bekomen.



Voorafgaand aan de injectie van de dunne mortel wordt een persluchtstroom doorheen de gaten gezonden om de plaat los te maken van haar fundering en het water te verjagen dat er zich nog onder bevindt.



Afb. 47 – Injectie onder een verharding in doorgaand gewapend beton

De injectiepomp moet een visuele controle van het ingespoten materiaal mogelijk maken en de injectiedruk moet permanent worden weergegeven. De injectie moet kunnen worden uitgevoerd tot een minimale temperatuur van 5°C gemeten aan het oppervlak van het wegdek. Als de fundering van de zijstroken waterdoorlatend is, bestaat een eerste injectiefase erin de voeg tussen het wegdek en de zijstroken waterdicht te maken. De injectie met een gegeven injector wordt onderbroken, zodra blijkt dat de dunne mortel sterk doordringt onder de zijstroken.

In geval van injectie in fijne dikte circuleert een trilrol op de plaat om de dispersie, de loop en de uitspreiding van de dunne mortel te bevorderen. Zodra de ingespoten mortel aan het oppervlak naar buiten komt via één van de aanpalende gaten, wordt dit laatste dichtgestopt met behulp van een houten kegel. De injectie wordt vervolgens voortgezet via de andere gaten, waarbij moet worden toegezien op het dichtstoppen van de eerder ingespoten gaten. De injectie wordt stopgezet als het wegdek 2 mm hoger komt dan het gewenste niveau. Vervolgens worden de houten kegels verwijderd en de gaten worden gevuld met behulp van een cementmortel (rivierzand – cement) tot 3 cm onder het oppervlak. De laatste centimeters worden opgevuld met een mortel op basis van hars.

Hierbij dient genoteerd dat een injectie van kunsthars ook mogelijk is als de stabilisatie moet plaatsvinden op een heel kleine dikte.



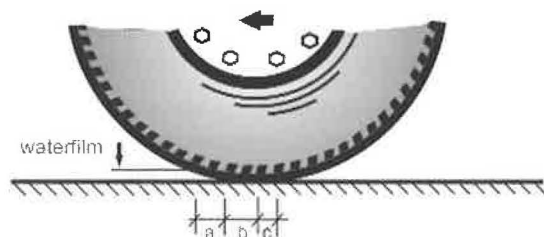
## 10. HERSTELLING VAN DE OPPERVLAKTEXTUUR

### 10.1 RUWHEID EN STROEFHEID

De slipweerstand tussen de banden van een voertuig en het wegdek speelt een belangrijke rol in de verkeersveiligheid. De factoren die deze onmisbare slipweerstand beïnvloeden zijn het gedrag (bewust of onbewust) van de bestuurder, de diepte van het profiel van de banden, het lengteprofiel van de weg (en het dwarsprofiel voor soepele wegdekken), de toestand en de oppervlakttextuur van het wegdek (micro- en macrottextuur).

Bij lage snelheden wordt de stroefheid uitsluitend bepaald door de microtextuur. Voor een betonweg kan een dergelijke ruwe microtextuur van het type glaspapier worden bekomen door eenvoudig borstelen van het oppervlak. De duurzaamheid van deze textuur is des te langer naargelang de gebruikte materialen beter bestand zijn tegen slijtage en polijsten en het verkeer minder druk is. Als het gebruik van polijstbare materialen in het beton wordt vermeden, of ten minste als het verkeer deze niet aan het oppervlak doet verschijnen, mag op een bepaalde graad van autoregeneratie van de microtextuur in het algemeen worden gerekend. Onder invloed van de wrijvingskrachten van de banden op het wegdek worden voortdurend korrels aan het wegdek ontrukkt, zodanig dat de textuur steeds vrij gelijkaardig blijft.

Voor de hoge snelheden is een diepere macrottextuur vereist om het contact tussen band en wegdek in stand te houden, ondanks de aanwezigheid van een waterfilm. Inderdaad, naargelang de snelheid toeneemt, kan de band het water steeds moeilijker voor zich uit duwen. Het contactoppervlak is steeds kleiner (afb. 48): in zone a wordt het contact volledig verbroken door de waterfilm; in zone b wordt deze film plaatselijk doorbroken door onregelmatigheden in het oppervlak, zodanig dat wrijvingskrachten kunnen optreden dank zij de vervorming van de band; alleen in zone c, waar het water kan worden afgevoerd, is er nog voldoende contact. De dikte van de waterfilm en de textuur van de band en van het wegdek bepalen hoe groot zone c zal zijn. Zodra deze zone ophoudt te bestaan, treedt het gekende maar gevreesde verschijnsel van de aquaplaning op.



Afb. 48 – Contactzones tussen de banden en de weg

Een ruwe en diepe macrottextuur bevordert de afvoer van het water, zodanig dat de omvang van zone a beperkt blijft. Om de waterfilm in zone b te kunnen verbreken moet men bovendien over een scherpe microtextuur beschikken. Het is in de zone b en c dat voor een voldoende grip tussen de band en het wegdek kan gezorgd worden.

Op de wegen van het primaire netwerk die een snel en intensief verkeer verdragen, alsook op de gevoelige punten (scherpe bochten, remzones enz.) van minder belangrijke wegen moet worden gewaakt over de aanwezigheid van zowel een macrottextuur als van een microtextuur. Voor de secundaire wegen, waar de snelheid normaal minder hoog is, volstaat over het algemeen een goede microtextuur. De verschillende mogelijke oppervlakbehandelingen die in dit verband op de betonwegen worden toegepast, zijn borstelen, uitwassen en eventueel dwarsgroeven.

Er bestaat geen operationele methode met groot rendement voor de directe meting van de microtextuur. Er wordt van uitgegaan dat een goede beoordeling ervan mogelijk is door een meting van de dwarswrijvingscoëfficiënt met een lage snelheid (zie CME 53.11). De macrottextuur kan worden geëvalueerd door de volgende technieken:

- volumetrische methode, de zogenaamde zandvlekproef (NBN EN 13036-1);
- profilometrische methode: meting van een gemiddelde profieldiepte (NBN EN ISO 13473-1);
- methode om de oppervlakteafwatering van een wegdek te meten (NBN EN 13036-3).

De meting met behulp van een slinger (SRT – NBN EN 13036-4) bepaalt hoofdzakelijk de microstroefheid. Het gaat om een statische inrichting die de stroefheid van een klein wegdekoppervlak meet (ongeveer 1 dm<sup>2</sup>).

De oorzaken van ontoereikende stroefheid kunnen als volgt worden samengevat:

- onvoldoende macrostroefheid door uitvoeringsfouten (onvoldoende behandeling, uitwassen door het ontbreken van bescherming tegen regen), verwijdering van plaatselijke oneffenheden (door frezen enz.), abnormale slijtageverschijnselen te wijten aan een te intensief verkeersvolume;
- onvoldoende microstroefheid te wijten aan de aanwezigheid van polijstbare materialen aan het oppervlak, of aan het ontbloten van dit skelet door het verkeer of een externe oorzaak (bijvoorbeeld plaatselijk afschaven); een onvoldoende microstroefheid kan nog te wijten zijn aan het ontbreken van oppervlakbehandeling, gekoppeld aan een overmaat aan mortel in de bovenlaag, of aan het uitspoelen door de regen van een gewone bezemtextuur.

## 10.2 ROLGELUID EN TEXTUUR VAN HET OPPERVLAK

De evolutie in het ontwerp van auto's en vrachtwagens heeft in het bijzonder het lawaai verminderd dat afkomstig is van de motoren, en de voertuigen worden op die manier steeds comfortabeler. Het gevolg hiervan is dat de hoofdbron van het lawaai voortgebracht door een weg momenteel afkomstig is van het contact tussen band en wegdek. Sinds de jaren '80 worden in dit domein studies uitgevoerd naar de verschillende gebruikte materialen. Verschillende aspecten spelen mee in het niveau van het rolgeluid:

- de vlakheid en de megatextuur van het oppervlak;
- de textuur van het oppervlak, met name de micro- en de macrotextuur. Deze laatste heeft de grootste invloed op het binnen en buiten het voertuig gehoorde geluidsniveau;
- het gemak waarmee de door de band weggeduwde lucht aan het wegdekoppervlak ontsnapt.

Belgische en buitenlandse ervaringen, opgedaan op basis van deze principes, maken het mogelijk om voor betonwegen de essentiële parameters voor een stille weg vast te leggen. Om het rijgeluid zo veel mogelijk te verminderen is het aan te raden als oppervlakbehandeling de techniek van het uitwassen te gebruiken en een aangepaste samenstelling van het beton toe te passen, met name:

- het maximum kaliber van het grofste granulaat verminderen. Hoe kleiner immers de  $D_{max}$ , hoe stiller het wegdek. In de praktijk wordt de  $D_{max}$  beperkt tot een maximum van 20 mm;
- een groot gehalte granulaten van kaliber 4/6 of 4/8 gebruiken (respectievelijk minimum 20 en 25 %);
- betonneren met een glijbekistingsmachine (slipform);
- een heel goede vlakheid van het oppervlak creëren en dus een afstrijkbalk in de lengterichting gebruiken (supersmoother);
- de uitwasdiepte beperken tot 1, max. 1,5 mm.



Afb. 49 – Uitzicht van het geluidsarm beton na uitwassen



Metingen hebben het mogelijk gemaakt vast te stellen dat een wegdek in uitgewassen beton 0/20 het mogelijk maakt om 7 dB(A) te winnen op het rolgeluid ten opzichte van een betonwegdek 0/32 dat dwars gegroefd is. Andere metingen werden uitgevoerd in Estaimpuis in 2002 op een experimenteel wegvak in een tweelagig doorgaand gewapend beton, uitgevoerd met behulp van twee glijbekistingsmachines, met als  $D_{max}$  waarden voor de bovenlaag: 7, 10, 14 en 20 mm. Tabel 9 hierna geeft een overzicht van de bekomen resultaten. Deze tonen aan dat het wegdek minder lawaaiërig wordt naarmate het kaliber kleiner is, maar de verschillen zijn toch vrij klein. Wat duidelijk blijkt is dat een uitvoering van het wegdek in twee vers op vers geplaatste lagen de vlakheid van het oppervlak gevoelig verbetert en dus ook het stille karakter van het wegdek. De reden hiervoor lijkt het grotere gemak voor de tweede slipform te zijn om een laag met kleinere dikte aan te brengen, zonder machinestops en bij constante snelheid, en dus de door de geleidesystemen (draden, enz.) opgelegde niveaus goed te respecteren.

**Tabel 9 – Geluidsmetingen op uitgewassen beton te Estaimpuis**

Referentiesnelheden km/h	Geluidsniveau van een licht voertuig in dB(A) (SPB-methode – Analyse op basis van een voldoende aantal afzonderlijk passerende voertuigen)			
	$D_{max} = 7 \text{ mm}$	$D_{max} = 10 \text{ mm}$	$D_{max} = 14 \text{ mm}$	$D_{max} = 20 \text{ mm}$
70	75,9	76,6	77,2	77,8
90	79,4	80,0	80,9	81,4

## 10.3 DE OPPERVLAKBEHANDELINGEN

### 10.3.1 OPPERVLAKBEHANDELING DOOR AFSLIJPEN MET DIAMANTSCHIJVEN (MICROGROEVEN)

De operatie bestaat uit het afslijpen van het bestaande betonwegdek met diamantschijven bedoelt om:

- de vlakheid van het oppervlak te verbeteren, met instandhouding van de stroefheid;
- de stroefheid te verbeteren;
- het rolgeluid te verminderen.

Deze oppervlakbehandeling wordt uitgevoerd in de lengterichting door middel van een machine die op een horizontale as een reeks heel dicht bij elkaar geplaatste speciale diamantzagen of schijven in speciale legeringen heeft staan.

Het werk wordt uitgevoerd in parallelle en rechthoekige stroken; de overlapping van deze stroken is kleiner dan 5 cm. De breedte van de groeven is 3 tot 4 mm en hun tussenafstand is kleiner dan 3,2 mm.

Na behandeling mogen de oneffenheden aan het oppervlak niet meer dan 2 tot 4 mm bedragen volgens de wegcategorieën. Deze techniek verleent het wegdek uitstekende eigenschappen inzake stroefheid, vlakheid en rolgeluid, vergelijkbaar met die van een wegdek in open asfalt.



Afb. 50 – Oppervlakbehandeling door afslijpen van een betonverharding



### 10.3.2 OPPERVLAKBEHANDELING DOOR FREZEN

De operatie bestaat uit het behandelen van het bestaande betonwegdek met de bedoeling om:

- de vlakheid van het oppervlak te verbeteren, met behoud van de stroefheid;
- de stroefheid te verbeteren;
- het rolgeluid te verminderen.

Het frezen wordt uitgevoerd met behulp van een machine met een trommel met horizontale as, voorzien van snijwerktuigen. Ze is ook uitgerust met een sproei-installatie, om stofvorming te voorkomen.

Het werk wordt uitgevoerd in de lengterichting en in parallelle stroken. De door het frezen gecreëerde groeven hebben een maximale tussenafstand van 7 mm. De operatie mag in geen geval splinters aan het oppervlak en/of afschilferingen aan de dwars- of langsvoegen veroorzaken. Een voorafgaande afslijping door middel van diamantschijven ter hoogte van de voegen is in dit opzicht onmisbaar.

### 10.3.3 OPPERVLAKBEHANDELING DOOR HAMEREN

De operatie bestaat erin het bestaande betonwegdek te behandelen om de stroefheid te verbeteren, zonder de vlakheid te wijzigen.

Deze methode is de meest aangewezen om plaatselijk een oppervlakkige mortellaag te verwijderen die geen voldoende microtextuur heeft of te poreus is, waardoor plaatselijke afschilferingen worden veroorzaakt.

De behandeling wordt uitgevoerd door een pneumatische hamermachine of een machine met een trommel met horizontale as, uitgerust met percussiehamers bevestigd op de trommel door middel van pennen. Het werk wordt uitgevoerd in de lengterichting en in parallelle stroken. De hamers worden overhoeks verspringend op de trommel aangebracht. De tussenafstand ervan moet een gelijkmatige behandeling van het oppervlak mogelijk maken. De operatie mag in geen geval steenschilfers veroorzaken aan de dwars- of langsvoegen. Een onbehandelde strook parallel met de voegen is daarom onvermijdelijk.

### 10.3.4 OPPERVLAKBEHANDELING DOOR GRITSTRALEN

De operatie bestaat uit het behandelen van het bestaande betonwegdek met de bedoeling:

- de stroefheid te verbeteren, zonder de vlakheid aan te tasten;
- het oppervlak te reinigen.

De behandeling van het oppervlak gebeurt met een machine die een intensieve beschieting van het wegdek inhoudt met onder hoge snelheid geprojecteerd staalgrit. De machine is uitgerust met een zuig- en opvangsysteem voor grit en stof. Het werk wordt uitgevoerd op een droog wegdek. De behandeling laat het steenskelet van het wegdek verschijnen (fijne microtextuur van het steenskelet).

## 11. DE RENOVATIE VAN EEN OUDE BETONWEG

### 11.1 PROBLEMATIEK

Tot nog toe werd elke fout of beschadiging nagenoeg individueel bekeken, vanuit het perspectief van haar specifieke invloed op het gedrag van de weg en de herstellingsprincipes die hierop van toepassing zijn. Er zijn echter ook gevallen van oude of ondergedimensioneerde wegen, waar de verkeersomstandigheden en/of ontwerp- en uitvoeringsfouten overduidelijk tot vrij algemene schade hebben geleid, waardoor deze wegen niet meer afgestemd zijn met de huidige comfort- en veiligheidsvereisten. Daar zijn de plaatselijke herstellingsmethodes, waarvan tot nog toe sprake was, vaak niet langer economisch te rechtvaardigen. Overigens, alleen al vanuit technisch oogpunt, zal zich in die gevallen doorgaans een meer radicale herstelling opdringen. Dit geldt des te meer als de beoogde vernieuwing moet gepaard gaan met aanvullende werken, zoals bijvoorbeeld een verbreding of het aanleggen van een drainagesysteem. In dat geval moet nog meer belang worden gehecht aan de duurzaamheid van de beoogde operatie.

Onder « renovatie » verstaan we hier:

- de reconstructie van reeksen platen;
- de algemene heraanleg van een stuk weg;
- de overlaging.

### 11.2 DE RECONSTRUCTIE VAN REEKSEN PLATEN

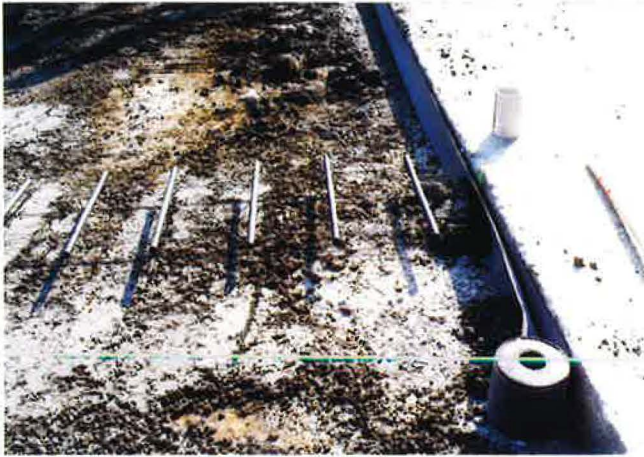
Als de scheurvorming plaatselijk is geëvolueerd tot uitbrakelingen, afsplinteringen of zelfs fragmentatie van de platen, wordt in hoofdstuk 7 aangeraden delen van platen of zelfs volledige platen te vernieuwen. Als dergelijke schade zich gegroepeerd voordoet, bestaat het gevaar dat een nagenoeg ononderbroken opeenvolging van verschillende herstellingszones wordt bekomen. Bovendien moet in dat geval vaak rekening worden gehouden met niveaoverschillen aan de voegen die moeten worden weggewerkt door injectie. In dergelijke gevallen zal uit een duidelijk en precies schema van de uit te voeren herstellingen vaak blijken dat het te verkiezen valt om de betrokken plaatsen te groeperen om er een min of meer uitgebreide reconstructiezone van te maken die meerdere platen omvat. Zowel het structurele karakter van de herstelling als de uitvoering ervan zullen hier gunstig worden door beïnvloed.

Op uitvoeringsvlak is het vooral de afbraakfase die wordt vereenvoudigd in die zin dat het hoofdzakelijk aan de uiteinden van de af te breken zone is dat deze operatie de meeste voorzorgen vereist. Bovendien is het rendement van de heraanleg evenredig met de lengte. De in te zetten hoeveelheid materialen speelt slechts een secundaire rol.

Naast de herstellingsfasen beschreven in hoofdstuk 6, moet bij het opstellen van het reconstructieontwerp met de volgende overwegingen rekening gehouden worden.

- Alle dwarsvoegen die niet aan het uiteinde van een herstelling zijn gesitueerd moeten gedevelde krimpvoegen zijn. Hun onderlinge afstand bedraagt 4 tot 5 m. In de mate van het mogelijke moeten de nieuwe voegen in overeenstemming worden gebracht met de bestaande (uitzet)voegen in de aangrenzende rijstrook. In voorkomend geval zal een dergelijke overeenstemming ook worden nagestreefd met de heel actieve scheuren in die belendende strook.
- De dwarsvoeg tussen het oude en het nieuwe beton is een gedevelde voeg en uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 6.1. (constructievoeg met ankerstaven en niet afgedicht, gevolgd door een gedevelde en afgedichte voeg (zie afb. 27)).
- Een herstellingszone waarvan de lengte kleiner dan of gelijk is aan 20 m, bevat geen uitzetvoeg. Als de lengte tussen 20 en 40 m ligt, wordt een gedevelde uitzetvoeg voorzien aan weerszijden van de zone. Als de lengte groter is dan 40 m, worden twee gedevelde uitzetvoegen uitgevoerd aan elk uiteinde van de zone. De uitzetvoegen waarvan hierboven sprake zijn de eerste voegen volgend op de gedevelde voeg tussen het oude en het nieuwe wegdek. Het spreekt voor zich dat deze uitzetvoegen slechts nodig zijn voor de herstelling van oude betonwegen waarvan alle bestaande voegen uitzetvoegen zijn. Deze maken het mogelijk te vermijden dat overlangse drukkrachten het opstuiken veroorzaken van weinig betrouwbare oude uitzetvoegen (schuine voegplaat).

- Alle hierboven aangehaalde uitzetvoegen kunnen worden vervangen door klassieke krimpvoegen als de omgevingstemperatuur op het moment van de betonning hoger is dan 20°C.
- De voegplaat heeft voor alle uitzetvoegen een dikte van minstens 15 mm.
- Om de vorming van sympathiescheuren tussen oud en nieuw beton te voorkomen, wordt de verticale wand gevormd door het oude beton zorgvuldig ingestreken met een bitumenemulsie of wordt er een strook bitumenvilt op afgerold (afb. 51).



*Afb. 51 – Strook bitumenvilt afgerold tegen de verticale wand van een oud betonvak (dat behouden blijft) om sympathiescheuren in de herstelde zone te vermijden.*



Links van de foto : nieuwe herstelling.

Rechts van de foto : oud betonwegdek tijdelijk bewaard om een strook vrij te houden voor het verkeer.

Hierbij dient opgemerkt dat om schade in de nieuwe herstelling te voorkomen (sympathiescheur, trillingen te wijten aan het verkeer, enz.), bij de 1ste herstelling een extra breedte werd afgebroken.



### 11.3 OVERLAGING OF ALGEMENE HERAANLEG?

Als de evaluatie van het beoogde herstellingsprogramma aantoont dat de som van de schade te wijten aan vermoeidheid, aan ontoereikende funderingen of aan een te sterke toename van het verkeer zodanig groot is dat een eigenlijke herstelling niet meer mogelijk is, kunnen de volgende radicale interventies worden overwogen:

- opbreken van het bestaande wegvak en algemene reconstructie; het puin van het wegdek kan eventueel hergebruikt worden in de gestabiliseerde korrelopbouw van de nieuwe fundering;
- versterken van het bestaande wegvak door overlaging. De oude betonverharding, die nog over een groot resterend draagvermogen beschikt, vormt dan de nieuwe fundering.

De keuze tussen de twee aangehaalde oplossingen is in het algemeen gebaseerd op een vergelijkende kostenraming. Deze houdt op haar beurt rekening met andere beoordelingscriteria zoals bijvoorbeeld de aard en de omvang van de toelaatbare verkeersbelemmeringen, de bijkomende noodzakelijke werken, zoals de drainering en de afvoer van het water, de voorziene verbredingswerken, na te leven niveaus onder bruggen en in agglomeraties, enz. De raming van de respectieve aanlegkosten zal ook snel de voordelen duidelijk maken van het overlagingsprocédé, met zijn kleiner aantal uit te voeren operaties (tabel 10). Bovendien mogen de andere bijkomende voordelen niet uit het oog worden verloren: het oude betonwegdek vormt een ideale funderingslaag, de vernieuwingswerken worden sneller uitgevoerd, het verkeer wordt minder verstoord en de ondergrond, ideaal verdicht in de loop der tijd, wordt niet verstoord.

Tabel 10 – Algemene reconstructie of overlaging

Uit te voeren operaties	Algemene heraanleg	Overlaging
1/ Afbraak van de oude verharding	x	—
2/ Verwijdering en storting van het puin	x (1)	—
3/ Opbreken van de fundering	x	—
4/ Verwijdering en storting van het puin	x	—
5/ Grondwerken	x	—
6/ Drainering en onderfundering	— of x	— (2)
7/ Fundering	x	—
8/ Diverse interventies: opvulling van verbrokkelde plaatsen, fragmentering van de platen, stabiliseren, injecteren	—	x (3)
9/ Tussenlaag in BB-3B		x
10/ Aanleggen van de verharding	x	x

(1) Eventueel hergebruik in de nieuwe fundering

(2) Eventuele langsdruainering

(3) In het algemeen zelfs niet nodig onder een overlaging in doorgaand gewapend beton.

In geval van een overlaging en als het beschikbare gabariet onder een of meer van de aanwezige bruggen geen of te weinig ophoging van het wegniveau toelaat, kan het bestaande wegdek worden afgebroken en plaatselijk worden heraangelegd over een gekozen lengte, om slechts een minieme aanpassing van het lengteprofiel te veroorzaken.

De techniek van de inlay van een cementbetonplaat in de bestaande wegdekklagen kan ook worden gebruikt.

## 11.4 OVERLAGING MET EEN VERHARDING VAN CEMENTBETON

Bij de overweegbare oplossingen voor de heraanleg van een weg vermelden we de overlaging ('overlay') van het bestaande wegdek door een nieuwe verharding in cementbeton. De bestaande structuur wordt aldus geherwaardeerd als fundering voor het nieuwe wegdek. De aanleg ervan vereist echter dat het niveau van het bestaande wegdek kan worden opgehoogd met de dikte van de overlaging. Het ontwerp van de overlaging (voorbereiding van het draagvlak, keuze van de materialen, dikte) zal gebeuren in functie van de specifieke context van elk project: toestand van de oude weg, niveauverplichtingen, aard en intensiteit van het verkeer, budgettaire implicaties enz. Als de platen van het bestaande wegdek klapperen, dient men vooraf het wegdek te stabiliseren door fragmentering of injectie.

In geval van een overlaging in beton wordt steeds aanbevolen om een tussenlaag in asfalt te plaatsen tussen het oude betonwegdek en de overlaging. Afhankelijk van het draagvlak, de omvang van het verkeer of de plaatselijke omstandigheden zal voor een wegdek in al dan niet gedeuvelde betonplaten of een wegdek in doorgaand gewapend beton met een aangepaste dikte worden gekozen. De dimensioneringsberekeningen tonen aan dat een overlaging in beton heel vaak duurzamer is dan een volledige afbraak van het bestaande wegdek, gevolgd door een klassieke heraanleg. Overlaging vormt een belangrijke versterking van de structuur en is bovendien steeds minder duur en sneller uit te voeren. Ze voldoet dus bijzonder goed aan de eisen bij wegenreconstructies en maakt het mogelijk de duur van de werken en dus de bijbehorende hinder voor de gebruikers en omwonenden te beperken.

## 11.5 OVERLAGING MET EEN VERHARDING VAN ASFALT






Dunne overlagingen in asfalt vormen een veel voorkomend onderhoudstype op oude betonwegen waarvan de structurele toestand nog bevredigend is maar die gebreken vertonen van het oppervlak of meervoudige barsten. Ze maken het met name mogelijk om:

- het rijlawaai van dwarsgegroefde en bijzonder lawaaiërgewegdekken te beperken;
- de levensduur te verlengen van oude verhardingen, door het afdichten van het oppervlak alsook van de voegen en de scheuren in het oude wegdek.  
Afdichten van het oppervlak dringt zich ook op als het betonwegdek is aangetast door afschilfering of netscheurvorming;
- de vlakheid en het rijcomfort te verbeteren van wegdekken die grote oneffenheden vertonen;
- het wegdek een goede stroefheid te verlenen als het betonwegdek polijsting vertoont, ten gevolge van het gebruik van polijstbare granulaten.

De overlagingen met asfalt moeten steeds worden uitgevoerd op een stabiel draagvlak in beton. De platen mogen niet klapperen bij het overrijden door voertuigen, vanwege het risico dat de voegen en scheuren van het onderliggende wegdek snel opnieuw doorkomen in het nieuwe wegdek. In geval van doorzetten van scheuren ter hoogte van de voegen van de oude betonverharding, worden het frezen en afdichten van voegen in de asfaltverharding aanbevolen.

Om voortplanting van de voegen en scheuren onder invloed van de horizontale bewegingen te voorkomen kan men in voorkomend geval een beroep doen op een interfacesysteem bestaande uit een bitumenmembraan eventueel gewapend met een geotextiel of een rooster in polyester, glasvezel of metaal. Hierbij dient echter opgemerkt dat bij de overlaging van een bestaand wegdek in doorgaand gewapend beton de scheuren van dit type verharding niet zichtbaar worden aan het oppervlak. Het gaat dus om een beproefde oplossing.

Tabel 11 – Fasen van de overlay in cementbeton — (foto's: Lorrainedreef, Ukkel, augustus 2003)





	<p>1 In het geval dat het oude wegdek een verharding in platenbeton is, eventueel breken van de platen in elementen &lt; 1 m<sup>2</sup> om de bewegingen van de voegen te beperken of stabiliseren door injectie. In het geval van een oud wegdek in doorgaand gewapend beton is het breken in het algemeen niet nodig.</p>
	<p>2 Stabilisatie van de elementen met de trilwals.</p>
	<p>3 Herprofilering met asfalt (± 5 cm) van type AB-3B bevordert onder andere de hechting van het nieuwe beton en maakt het mogelijk de oneffenheden van het oppervlak op te vangen.</p>
	<p>4 Aanleg van de nieuwe verharding met de glijbekistingsmachine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 23 cm doorgaand gewapend beton in geval van zwaar verkeer;</li> <li>- 20 tot 23 cm gedevelde platen in geval van middelzwaar verkeer;</li> <li>- 18 tot 20 cm niet-gedevelde platen in geval van licht verkeer.</li> </ul>
	<p>5 Behandeling van het oppervlak en uitvoering van de krimpvoegen</p>



## 11.6 INLAY VAN EEN WEGDEK IN CEMENTBETON

De 'inlay' bestaat uit het geheel of gedeeltelijk wegnemen van een bestaand (soepel of stijf) wegdek en het vervangen ervan door een nieuwe betonverharding. De techniek kan dus gebruikt worden in gevallen waar het niet mogelijk is om het niveau van de bestaande weg op te hogen met de dikte van het nieuwe wegdek of als slechts een deel van het wegdek moet worden hersteld. De inlay is bijzonder geschikt voor de herstelling van de trage rijstrook van wegen en autosnelwegen die blootstaan aan zwaar verkeer en die dus meer onderhevig zijn aan vervormingen of aan beschadigingen dan de snelle rijstroken die hoofdzakelijk worden gebruikt door lichte voertuigen, waarvan de inwerking op de structuren heel wat kleiner is.

Tabel 12 – Fasen in de aanleg van een inlay in cementbeton — (foto's: Vilvoordsesteenweg, Brussel, augustus 2006)

	1 Frezen of afbreken van het oude wegdek tot de gewenste diepte van de inlay.
	2 Herprofilering met asfalt ( $\pm 5$ cm) van type AB-3B bevordert onder andere de hechting van het nieuwe beton en maakt het mogelijk de oneffenheden van het oppervlak op te vangen.
	3 Plaatsing van het nieuwe wegdek met glijbekistingsmachine: <ul style="list-style-type: none"><li>- 23 cm doorgaand gewapend beton in geval van zwaar verkeer;</li><li>- 20 tot 23 cm gedevelde platen in geval van middelzwaar verkeer;</li><li>- 18 tot 20 cm niet-gedevelde platen in geval van licht verkeer.</li></ul>
	4 Behandeling van het oppervlak en aanbrengen van de krimpvoegen

## CONCLUSIES

Een betonweg die werd gerealiseerd volgens de hedendaagse ontwerpen en aangelegd volgens de regels van de kunst vereist, in de loop van zijn levensduur, die geraamd wordt op dertig of zelfs veertig jaar, over het algemeen slechts weinig of geen onderhoud. Toch zal een geprogrammeerd beheer van het onderhoud, meer bepaald afhankelijk van de wegencategorie, onvermijdelijk bijdragen tot de in stand houding van goede prestaties tijdens de volledige levensduur van de wegverharding. De noodzakelijke periodieke interventies, gericht op een systematische follow-up van de evolutie van het wegdek, zullen dan ook tot gevolg hebben dat het beschadigingsproces van het wegdek wordt vertraagd en dus op termijn grotere en duurdere herstellingen worden voorkomen. Alleen al het onderhoud van de bermen en van de waterafvoerinrichtingen, het ruimen van de grachten, het onderhoud en het doeltreffend afdichten van de voegen en het stabiliseren door injectie van de klapperende platen maken het mogelijk om verhardingen van dertig jaar en meer in gebruik te houden.

Er bestaan overigens talrijke betonwegen die nog in dienst zijn, hoewel ze werden uitgevoerd volgens een voorbijgestreefd ontwerp. Ze zijn momenteel meer dan veertig jaar oud zijn en voldoen niet altijd meer aan de door de gebruikers gestelde comfort- of veiligheidsnormen. Er bestaan onderhouds- en herstellingstechnieken die zijn aangepast voor elke context, die mits goed toegepast, de mogelijkheid bieden om dit patrimonium nog gedurende vele jaren in een goede staat te behouden.

Ten slotte vormen overlagingen of inlays vandaag elegante versterkings- of vernieuwingstechnieken die sneller en bovendien voordeliger zijn dan de afbraak en de volledige reconstructie van de weg. Deze technieken passen perfect in het perspectief van de duurzame ontwikkeling.



Foto : Claude Ployaert

Het onderhoud van de bermen en van de waterafvoerinrichtingen, het ruimen van de grachten, het onderhoud en het doeltreffend afdichten van de voegen en stabiliseren door injectie van de klapperende platen maken het mogelijk om verhardingen van twintig jaar en meer in gebruik te houden.





## Bibliografie

1. Verhoeven K.  
Herstelling en onderhoud van cementbetonwegen.  
Nationaal centrum voor wetenschappelijk en technisch onderzoek der cementnijverheid,  
RR OCCN 48-n-1978.
2. Opzoekingscentrum voor de wegenbouw  
Handleiding voor de uitvoering van betonwegen, Aanbevelingen.  
R 75/05, 2005.
3. Fuchs F., Jasienski A.  
Wegen in cementbeton. Uitvoering van monolietwegdekken.  
Dossier cement 26, Federatie van de cementnijverheid, 2001.
4. Fuchs F.  
Onderhoud en herstelling van betonwegen: tijdig ingrijpen verlengt de levensduur.  
Bulletin OCW 3/1994.
5. Fuchs F., Jasienski A.  
Het verschijnsel van de «punch out» op de Belgische autosnelwegen in doorgaand gewapend beton,  
oorzaken, effecten en remedies.  
Opzoekingscentrum voor de wegenbouw, Federatie van de cementnijverheid, 1997.
6. Gothié M.  
Les mesures de l'adhérence des chaussées en France et leur interprétation.  
Bulletin des laboratoires des Ponts et Chaussées 255, Réf 4565, 2005.  
(*De stroefheidsmetingen van de wegen in Frankrijk en hun interpretatie. Rapport van het laboratorium van  
Bruggen en Wegen 255, Réf 4565, 2005.*)
7. Ministère de la Région wallonne, Ministère de l'Équipement et des Transports.  
Cahier des Charges type RW 99 : 2004.  
(*Ministerie van het Waals Gewest, Ministerie voor Uitrusting en Transport. Typebestek type RW 99 : 2004.*)
8. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.  
Standaardbestek 250 voor de wegenbouw, versie 2.1, 2006.
9. Gouvernement du Québec, Ministère des Transports.  
Guide d'entretien et de réhabilitation des chaussées en béton de ciment.  
Direction du laboratoire des chaussées, 1999.  
(*Regering van Quebec, Ministerie voor Transport. Gids voor het onderhoud en de renovatie van betonwegen.  
Directie van het weglaboratorium, 1999.*)
10. The Concrete society.  
Concrete Pavement Maintenance Manual.  
Highways Agency and Britpave, 2001.  
(*De Betonvereniging. Onderhoudshandboek voor betonverhardingen. Wegenagentschap en Britpave, 2001.*)
11. Christory J.-P., Nissoux J.-L.  
Evaluation et entretien des chaussées en béton.  
AIPCR, Comité technique des routes en béton, 1992.  
(*Evaluatie en onderhoud van betonwegen. PIARC, Technisch Comité Betonwegen, 1992.*)

Foto's : Paul Van Audenhove, tenzij anders vermeld

Verantwoordelijke uitgever : Jean-Pierre JACOBS

Wettelijk depot : D/2007/280/01





*Omslagfoto Claude Ployaert*