

Kwaliteit in het ontwerp en de uitvoering van betonverhardingen

DR.IR. ANNE BEELDENS

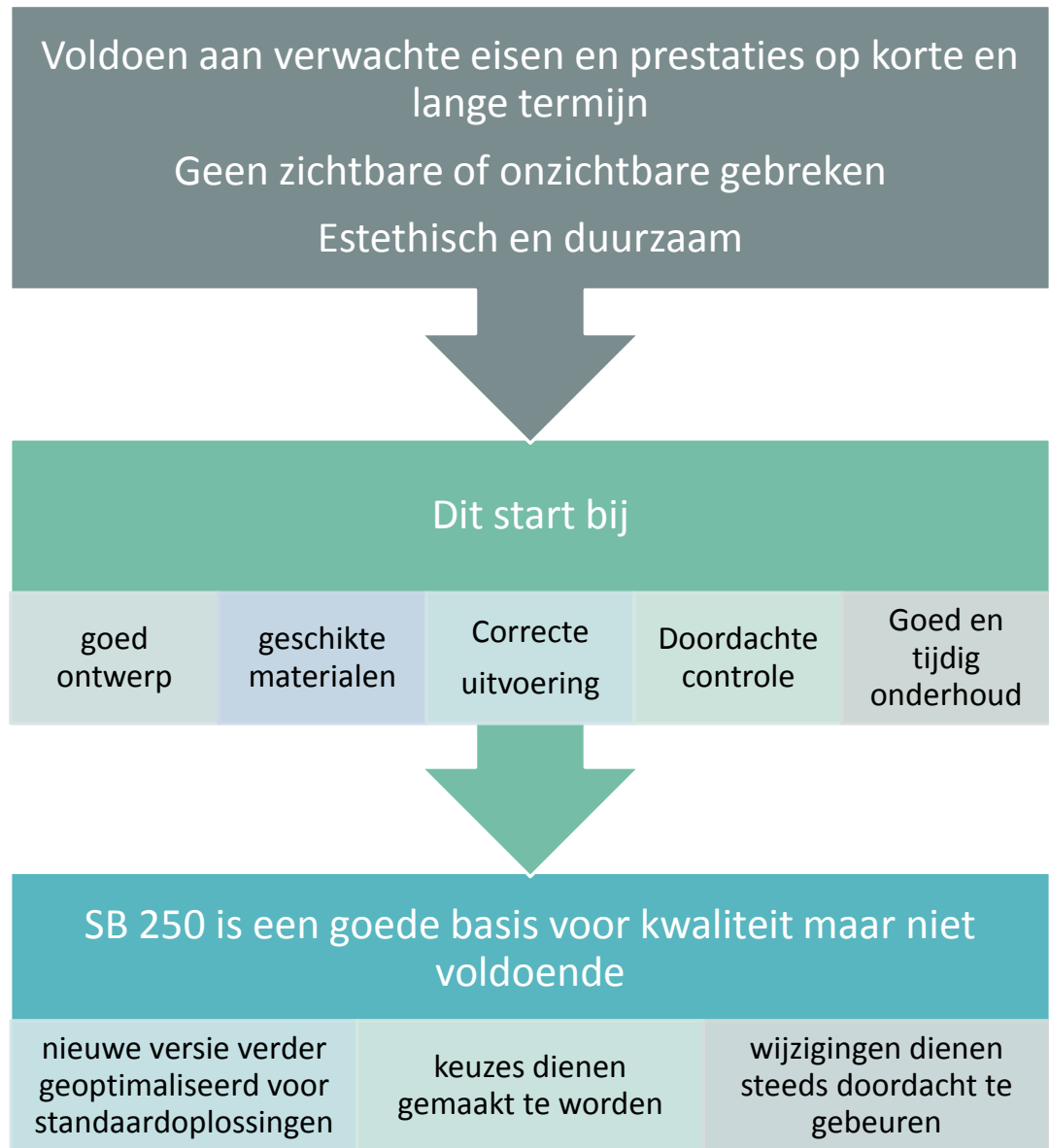
RAADGEVEND INGENIEUR EN ZAAKVOORDER AB-ROADS

A.BEELDENS@AB-ROADS.COM

+32486/91.35.96



Belang van kwaliteit



Nieuwe versie 4.1 van SB 250

Verdere optimalisatie en verbeteringen

- Nieuw type onderfundering en fundering – hoofdstuk 5
- Nieuwe eisen voorstudie – hoofdstuk 14
- Betonsamenstelling – hoofdstuk 6
- Aanbrengen van voegen – hoofdstuk 6
 - Uitzetvoegen
 - Isolatievoegen
 - Compoundvoegen
- Materiaaleisen: deuvels – hoofdstuk 3
- Betonsamenstelling – hoofdstuk 6
- Impregneermiddelen – hoofdstuk 3 en 6

(Onder-)funderingen – SB250 - 5

3.6 Waterdoorlatende onderfundering

3.6.1 Beschrijving

$\leq 3\% - 63 \mu\text{m}$

Een waterdoorlatende onderfundering is een onderfundering die geplaatst wordt in een waterdoorlatende structuur en/of die dienst doet als buffering voor aangevoerd regenwater.

4.13 Waterdoorlatende steenslagfundering

4.13.1 Beschrijving

Een waterdoorlatende steenslagfundering is een fundering voor waterdoorlatende bestratingen die niet belast worden door zwaar verkeer (bussen, vrachtwagens, ...).

- Steenslag voor waterdoorlatende funderingen **3-7.1.2.15**
 - Natuursteenslag ($D_{\text{max}} = 40 \text{ mm}$)
 - Het gehalte aan deeltjes fijner dan 0,063 mm beantwoordt aan de categorie f3 (max 3%) volgens NBN EN 13242. De fractie 0/2 mm is kleiner dan 25 %.
 - De Los Angeles-coëfficiënt (LA) en de micro-Deval-coëfficiënt (MDE) beantwoorden respectievelijk aan de categorieën LA25 en MDE25 volgens NBN EN 13242.

Fundering in schraal beton

- Vooronderzoek schraal beton: meer realistische eis voor druksterkte

Mengsel	Verdichting	Druksterkte
zandcement voor fundering volgens 5-4.7	normale Proctor	4,0 MPa na 28 dagen
zandcement voor allerlei werken volgens 9-1	normale Proctor	3,0 MPa na 28 dagen
granulaatcement voor allerlei werken volgens 9-1	normale Proctor	3,0 MPa na 28 dagen
steenslagfundering type IA steenslagfundering type IIA fundering in teerhoudend asfaltgranulaatcement steenslagverharding type IA steenslagverharding type IIA	versterkte Proctor	3,0 MPa na 7 dagen
schraal beton	versterkte Proctor	15,0 MPa na 28 dagen

Tabel 14-5.3-1: kenmerken Proctorproefstukken

- Eis ter controle van uitvoering op de werf 5-4.9.1.2.E

4.9.1.2.E DRUKSTERKTE

De individuele druksterkte $W_i \geq W_{i,min} = 9,0 \text{ MPa}$.

De gemiddelde druksterkte $W_m \geq W_{m,min} = 12,0 \text{ MPa}$.

Fundering in schraal beton

- Enkel zagen is nog toegelaten voor funderingen in schraal beton of walsbeton 5- 4.1.1

De fundering omvat eveneens voor funderingen in schraal beton of walsbeton het inzagen van de fundering indien deze fundering wordt afgewerkt met een asfaltverharding of een betonverharding zonder tussenlaag (ABT of geotextiel).

De zaagdiepte bedraagt minstens $\frac{1}{3}$ van de funderingsdikte.

Na het inzagen worden de voegen gevuld met een bitumenemulsie.

De voegafstand bedraagt:

- voor een asfaltverharding met totale dikte < 14 cm: 3 meter;
- voor een asfaltverharding met totale dikte ≥ 14 cm: 5 meter;
- voor een betonverharding: de voegafstand volgt het voegenplan van de bovenliggende betonverharding ± 10 cm.

Fundering in schraal beton

- Gebruik geotextiel tussen betonverharding en verharding in schraal beton of walsbeton – 6-1.4

1.4 Wijze van uitvoering

De eventuele asfaltlaag, ABT-B1, onder de betonverharding beantwoordt aan de voorschriften van 2. Het eventuele niet-geweven geotextiel op de schraal- of walsbetonfundering¹ voldoet aan de volgende bepalingen:

- het niet-geweven geotextiel wordt zodanig aangebracht dat overlapping in langs- en dwarsrichting 5 à 15 cm bedraagt;
- eventuele plooien worden uitgeknipt en/of plat gemaakt;
- plaatsen waar meer dan tweevoudige diktes voorkomen worden de overtollige lagen weggeknipt;
- het geotextiel wordt mechanisch bevestigd op de fundering met nagels voorzien van een ring;
- alleen bouwplaatsverkeer is toegelaten op deze laag.

Reflectiescheuren

Ontstaan in jong beton
door aanzet vanuit scheur
in fundering

Vooraf igv schraal beton
en walsbeton

Voorkomen door

- Inzagen van de fundering
- Ligging zaagsneden onder de (toekomstige) voegen
- Voorzien van een tussenlaag
 - Asfalt
 - Geotextiel



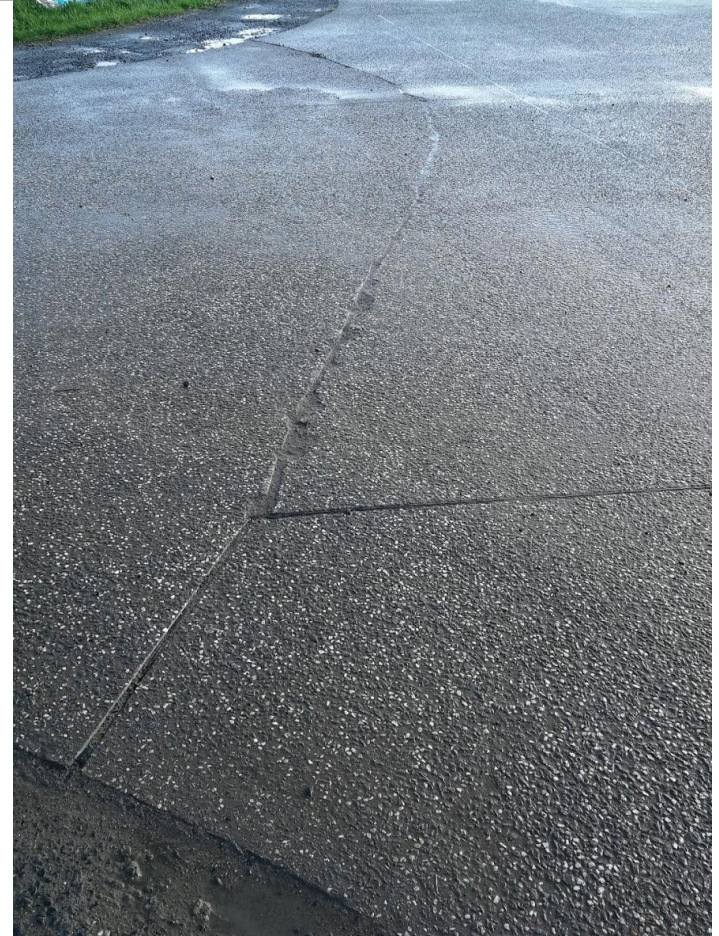
Geotextiel

- Niet-geweven geotextiel voor scheurremmende lagen onder betonverhardingen **3-13.2.1.6**
 - Polypropyleen of polyester
 - Min. gewicht 0,14 kg/m²
 - Max. dikte 2 mm
- Plaatsing **6-1.4**
 - Overlapping 5 à 15 cm
 - Plooien uitknippen of glad maken
 - Mechanisch bevestigen op fundering
 - Alleen bouwplaatsverkeer toegelaten



Voegen: tijdig – diep genoeg – op juiste plaats

anders scheuren die moeilijk te herstellen zijn



Deuvels 3–12.1.1

- Aangepaste tekst in overeenstemming met ontwerp van nieuwe EN 13877-3
 - Rechte, gladde staven,...
 - Bekleed met gladde corrosiewerende kunststofcoating met een dikte tussen 0,2 en 0,8 mm (epoxy of PE)
 - Nom. diam. 25 mm – nom. lengte 500 of 600 mm
 - Staalkwaliteit BE220S of S235JR (evenwaardig)
 - CE-markering !



Gebruik deuvels

Verplicht voor platenbeton bouwklassen B1-B5

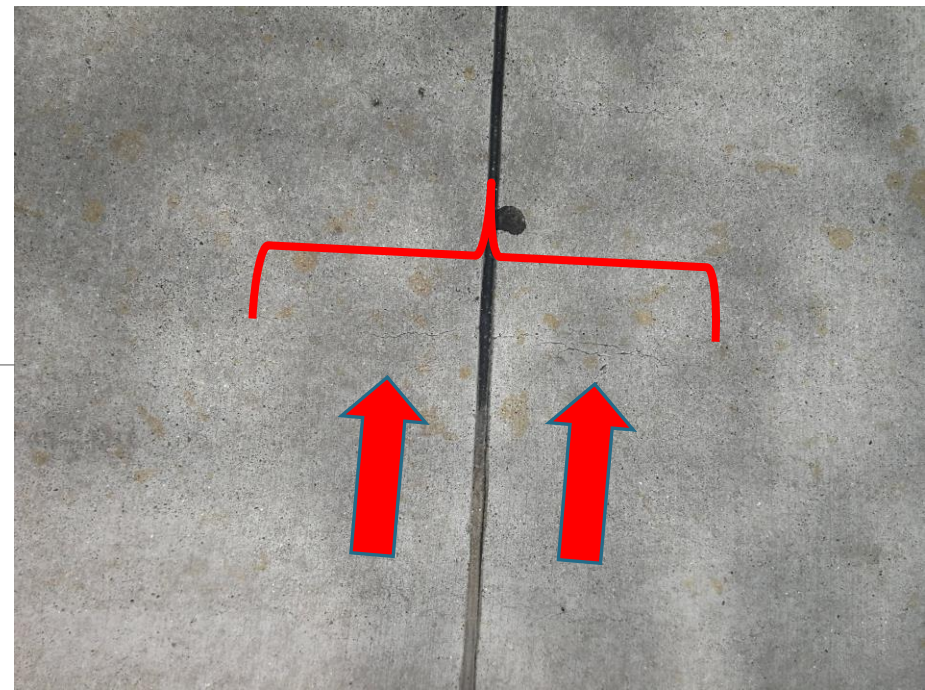
- Inclusief tussenlaag asfalt

Facultatief bouwklassen B6-B10

- Igv mogelijke hinder door geluid en trillingen
 - Zwaar verkeer
 - Snelheid
- Of compromis: alleen tussenlaag in asfalt?



Plaatsing deuvels



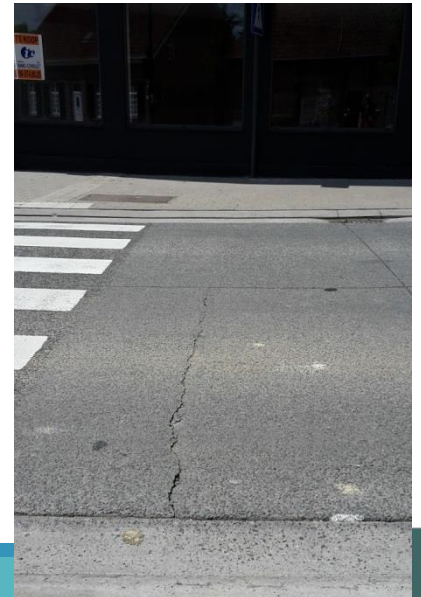
Problematiek scheurvorming

Plastische krimpscheuren

Spanningsconcentraties

Sympathiescheuren

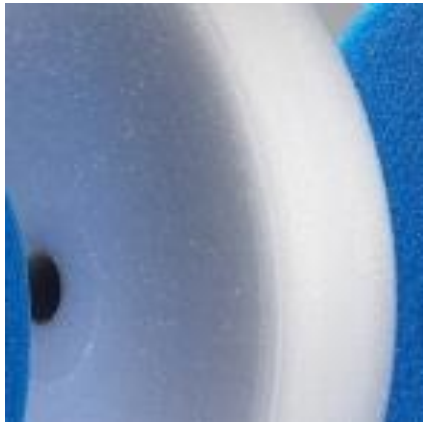
Reflectiescheuren



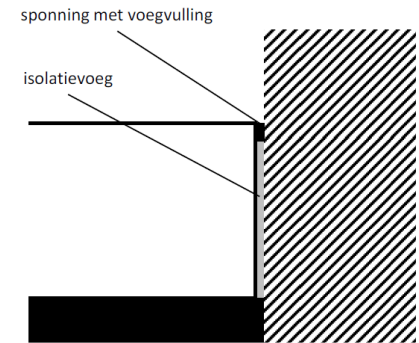
Isolatievoeg – materiaal 3-17.2

Ter voorkoming van vorming van sympathiescheuren

- Schuimband van polyethyleenschuim met dichtheid van 15 tot 25 kg/m³
- Breedte = dikte betonverharding + 2cm
- Nominale dikte 3 à 5 mm



Isolatievoeg - plaatsing



Figuur 6-1-21: isolatievoeg

6-1.3.3.3.F

- Bijzondere uitvoering van een, meestal langse, werkvoeg
- Scheiding tussen bestaande constructie (wegverharding, lijnvormig element, putrand, gebouw,...) en een nieuw aan te leggen betonverharding om sympathiescheuren en spanningsconcentraties te vermijden
- Plaats aangeduid in opdrachtdocumenten – lokale toepassing minstens 50 cm lang
- Zonder ankerstaven of deuvels
- Voegband bevestigd tegen bestaande constructie over VOLLEDIGE hoogte en lengte
- Verwijderen bovenste deel, sponning zagen, voegvullen

Uitzettingsvoeg 6-1.3.3.2.A

1.3.3.2.A UITZETTINGSVOEG

De uitzettingsvoegen worden aangebracht op de plaatsen waar de cementbetonverharding vrij moet kunnen uitzetten.

Op de volgende plaatsen worden uitzettingsvoegen voorzien:

- aan de aansluiting met een dwarsende rijbaan, die ook uitgevoerd is met een betonverharding;
- nabij kunstwerken;
- nabij de overgang naar een bitumineuze verharding.

Deze uitzettingsvoegen worden aangebracht tussen de tweede en derde plaat voor de overgang volgens figuur 6-1.3-1.



Figuur 6-1.3-1: overgang naar bitumineuze verharding (bovenaanzicht)

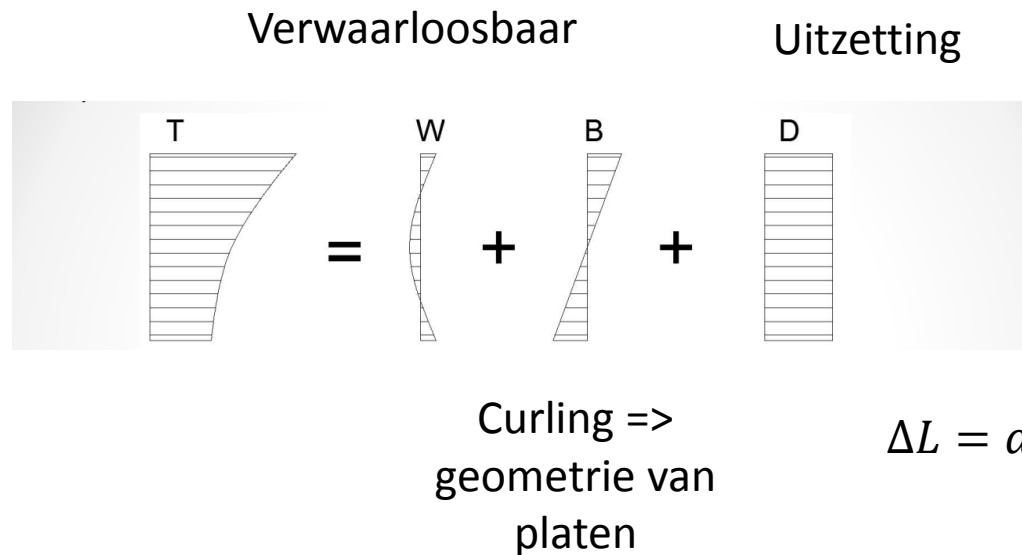
Op de volgende plaatsen worden uitzettingsvoegen voorzien als de verharding aangelegd wordt bij een temperatuur lager dan 15 °C:

- om de 150 m als de krimpvoegen niet verdeuveld zijn;
- voor en na een bocht met een kromtestraal kleiner dan 250 m.

Eventuele andere plaatsen worden aangeduid in de opdrachtdocumenten.

Steeds verdeuveld
indien dikte min. 18 cm

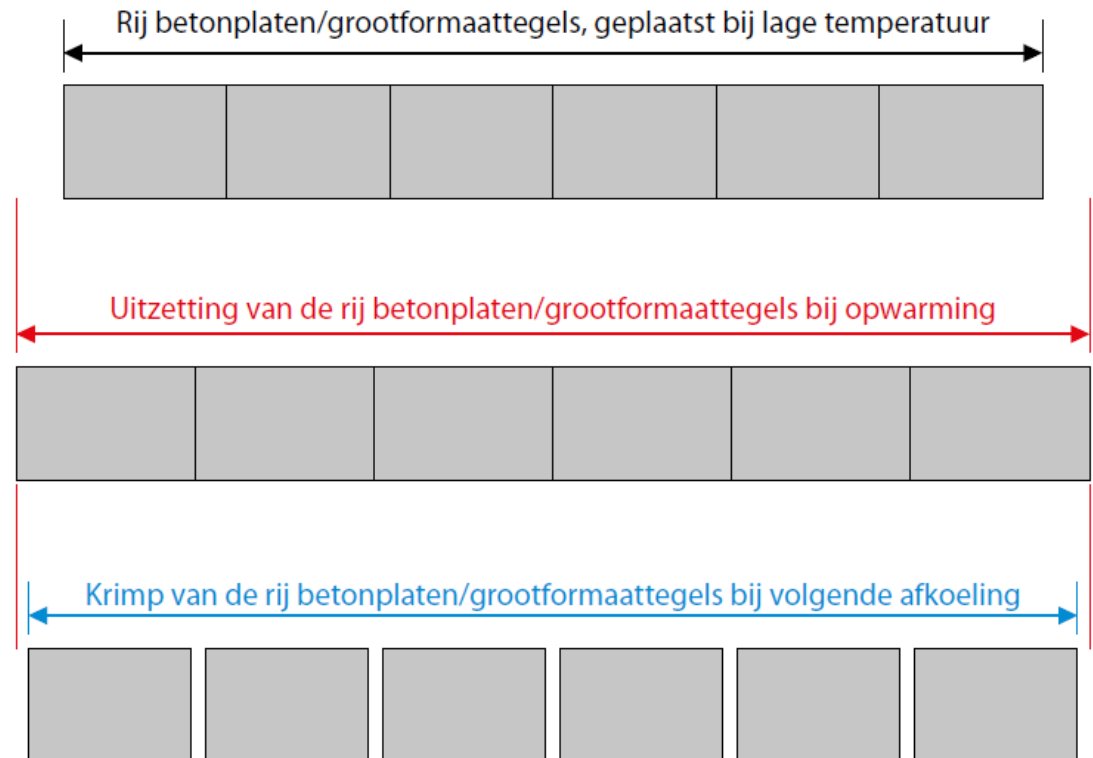
Thermische beweging van betonverhardingen - temperatuurvariaties



Uitzetting van platenbeton

=> Beton blijft bewegen indien geen maatregelen genomen worden

- hechting ondergrond
- verdikking laatste platen
- plaatsen uitzetvoeg(en)
- verbinden laatste platen

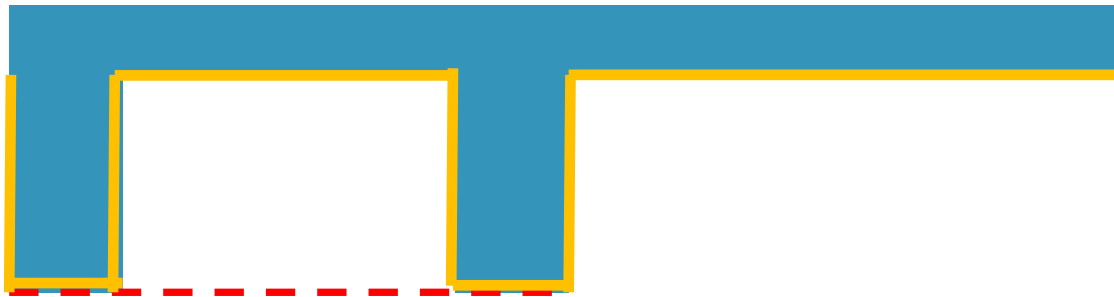


Verplaatsing en spanning in verharding in platenbeton tgv temperatuurvariatie

- Afhankelijk van 'vasthouden' van beton
 - Hechting/wrijving met onderlaag
 - Aanwezigheid van uitzetvoegen: ruimte voor opvangen van beweging
 - Aanwezigheid van landhoofden: vasthouden van beton dmv wrijving grond
 - "Aaneenhangen" van het beton
- Afhankelijk van temperatuurvariatie (gemiddelde)
 - Gemiddelde temperatuur
 - In functie van nultemperatuur
- Afhankelijk van eigenschappen van beton
 - Uitzettingcoëfficiënt (granulaten)
 - Krimp beton (! Tijdstip van aanleg naastgelegen structuur)

Verankeringslandhoofd: opnemen van temperatuurspanning

- Weerstandbiedende kracht landhoofd:
 - Tgv wrijving: $f' \cdot \text{gewicht (beton+grond)}$



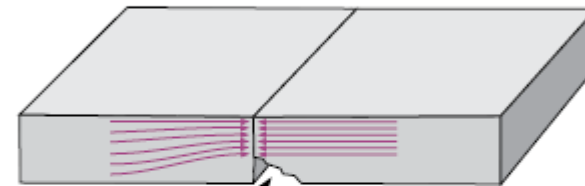
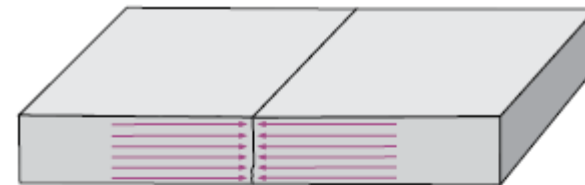
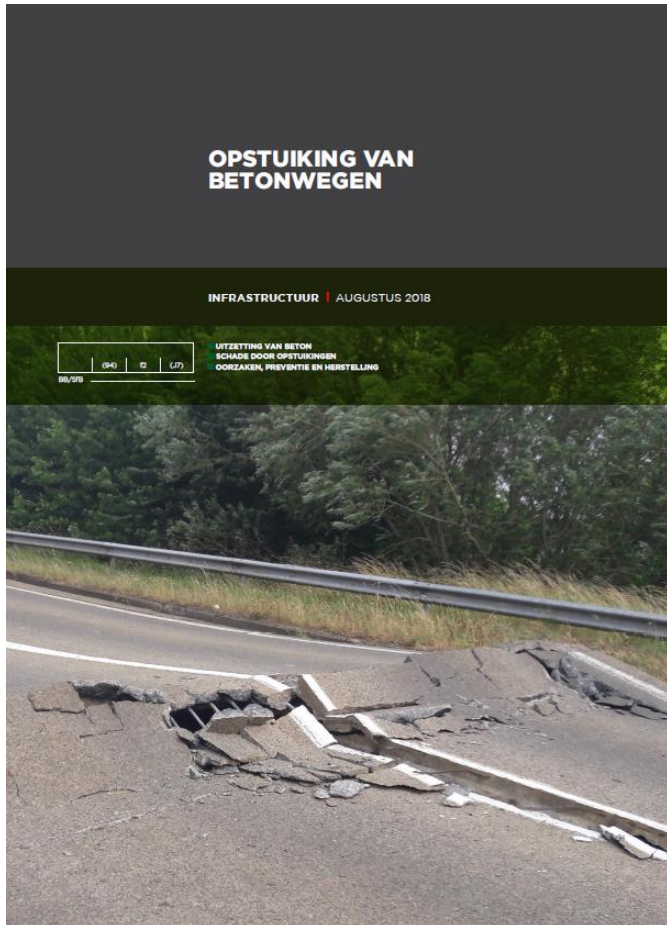
- Tgv cohesie: $c \cdot \text{contactoppervlak}$
- Dikte speelt enkel in wrijvingskracht een rol

	Zonder inrekenen van krimp	Met inrekenen van krimp (100 μm)	Met inrekenen van krimp (200 μm)
Actieve lengte	298 m	199 m	100 m
Halve amplitude	45 mm	20 mm	5 mm
Werkelijke verplaatsing	45 mm	20 mm	5 mm
Restverplaatsing bij plaatsen van 2 ribben	41 mm	17 mm	3,7 mm
Aantal te plaatsen uitzettingsvoegen	4	2	1



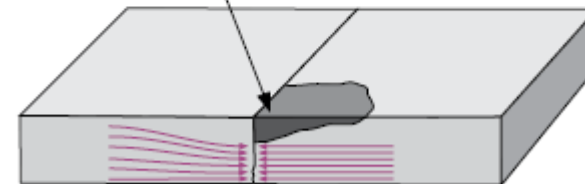


Uitzetting : kans op opstuikingen bij niet duurzame herstellingen of slechte uitvoering



holte in het betonnen wegdek, of slecht verdicht beton

afbrokkeling, eventueel voorlopig hersteld met (giet)asfalt



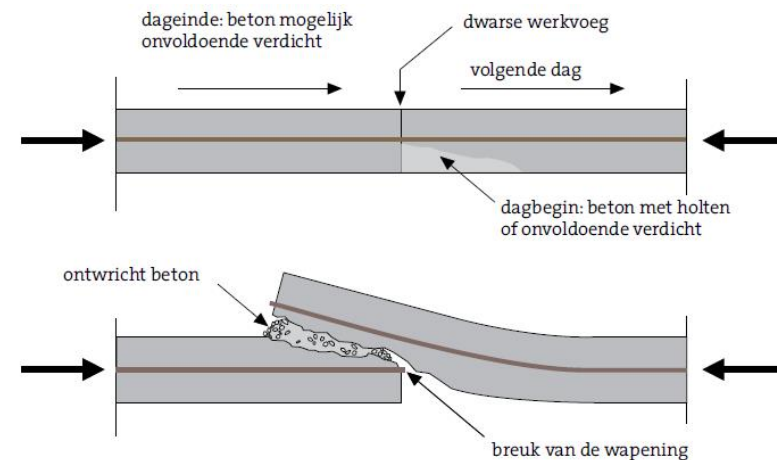
Schematische voorstelling van homogene en excentrische drukkrachten, uitgeoefend ter hoogte van een voeg in een betonverharding door de thermische uitzetting van het beton

Problematiek opstuikingen

Platenbeton



Doorgaand gewapend beton



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

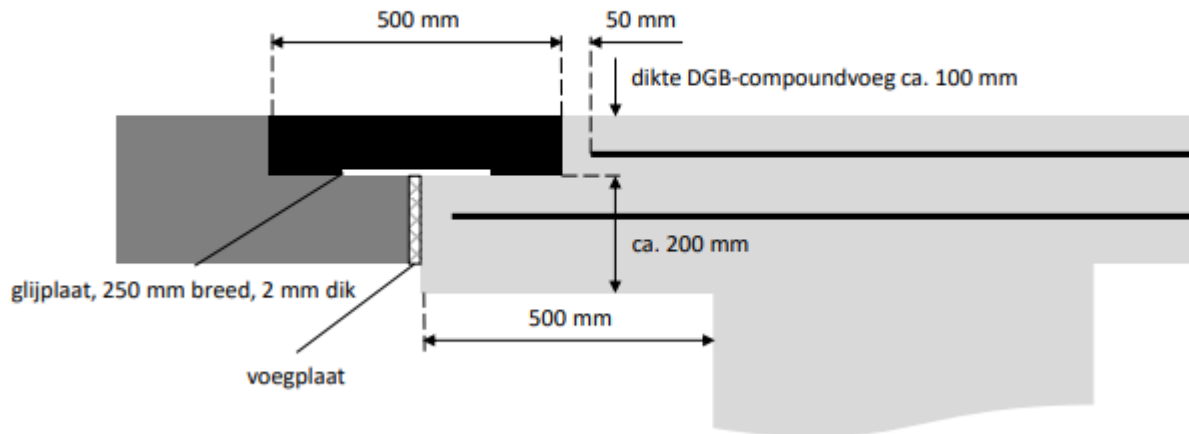


1987, E411, Courrière-Custinne, herstelling van een dagvoeg. Het poreuze, slecht verdichte beton is duidelijk zichtbaar aan één zijde van de voeg.

Compoundvoeg 6-1.3.3.2.D en 1.4.8.1

1.3.3.2.D DGB-COMPOUNDVOEG

De dwarsvoeg tussen de verharding van doorgaand gewapend beton en een asfaltverharding wordt uitgevoerd met een DGB-compoundvoeg. De DGB-compoundvoeg voldoet aan figuur 6-1.3-12.



Figuur 6-1.3-12: detail van de DGB-compoundvoeg

1.4.8.1 DGB-compoundvoeg

De materialen zijn:

- zand als nabehandelingsproduct volgens 3-6.2.8;
- steenslag voor bitumineuze mengsels volgens 3-7.1.2.9, met dien verstande dat enkel natuursteenslag toegelaten is;
- elastomeercompound volgens 3-11.9;
- voegplaten volgens 3-17.1;
- gegalvaniseerde stalen glijplaat.

Betonsamenstelling 6-1.3.4

Meer specifieke eisen voor de korrelverdeling in functie van de toepassing en de oppervlakafwerking

1.3.4 Kenmerken van het beton

Betonmengsels zijn samengesteld uit een mengsel van steenslag, zand, cement, water en eventueel hulpstoffen, kleurstoffen of staalvezels.

De korrelverdeling van een betonmengsel wordt gekarakteriseerd door de maximale korrelmaat $D_{\max}$.

De volgende korrelmaten worden als gelijkwaardig beschouwd:

- $D_{\max} = 20$ en $D_{\max} = 22$;
- $D_{\max} = 14$ en $D_{\max} = 16$;
- $D_{\max} = 6,3$ en $D_{\max} = 8$.

De maximale korrelmaat voor de eenlaagse uitvoering is 20 mm voor bouwklasse B1-B10.

De maximale korrelmaat voor de eenlaagse uitvoering is 14 mm voor bouwklasse BF als de oppervlakbehandeling uitwassen van het steenslagskelet is. Zo niet, is ze 20 mm.

De maximale korrelmaat van staalvezelbeton bedraagt 20 mm.

Voor de tweelaagse uitvoering is de maximale korrelmaat van

- de deklaag: 6,3 mm;
- de onderlaag: 31,5 mm.

De oppervlakbehandeling bezemen is enkel toegelaten voor mengsels met maximale korrelmaat 20 mm of 31,5 mm. De oppervlakbehandeling figureren is enkel toegelaten voor mengsels met maximale korrelmaat 20 mm. De oppervlakbehandeling uitwassen van het steenslagskelet is enkel toegelaten voor mengsels met maximale korrelmaat 20 mm, 14 mm of 6,3 mm.

Voor in de massa gekleurde betonmengsels worden de kenmerken van het beton (kleur, gebruik van kleurondersteunende granulaten, ...) gespecificeerd in de opdrachtdocumenten. De aannemer legt een monster ter goedkeuring voor aan de leidend ambtenaar.

Betonsamenstelling – intrinsieke eigenschappen steenslag 3-7.1.2.5

Naar analogie met de Eisen gesteld aan de granulaten in bitumineuze verhardingen

7.1.2.5.D INTRINSIEKE EIGENSCHAPPEN

De Los Angeles-coëfficiënt (LA), micro-Deval-coëfficiënt (M_{DE}) en versnelde polijstingscoëfficiënt (PSV) beantwoorden aan de categorieën volgens NBN EN 12620, aangegeven in tabel 3-7-2.

Toepassing	LA	M_{DE}	PSV
rijbaanverhardingen voor bouwklasse B1-B5	LA ₂₀	M_{DE15}	PSV ₅₀
rijbaanverhardingen voor bouwklasse B6-B8	LA ₂₅	M_{DE20}	PSV ₅₀
rijbaanverhardingen voor bouwklasse B9-B10	LA ₂₅	M_{DE20}	PSV ₄₄
rijbaanverhardingen voor bouwklasse BF onderlagen in het tweelaagssysteem	LA ₂₅	M_{DE20}	PSV _{NR}
lijnvormige elementen	LA ₃₀	M_{DE25}	PSV _{NR}

Tabel 3-7-2: intrinsieke eigenschappen

Hoogwaardig betongranulaat

3-7.1.1.1.B.3. 1

Start bij een selectieve sloop:

2.2.6.2 Hoogwaardig betongranulaat

Hoogwaardig betongranulaat is betongranulaat dat afkomstig is van het breken van betonpuin met een hoge drukweerstand afkomstig van cementbetonverhardingen, lineaire elementen en andere gelijkwaardige constructieve elementen afkomstig van gebouwen en kunstwerken.

Extra eisen:

- $d \geq 4 \text{ mm}$ en $D \geq 10 \text{ mm}$;
- Minimaal R_{c90} , R_{cu95} , R_{a1} , $X_{Rg0,5}$, FL_{2-}
- Minimaal Fl_{20} , $f_{1,5}$, LA_{35} , $SS_{0,2}$, A_{40}
- Volumieke massa $\geq 2200 \text{ kg/m}^3$,
- Waterabsorptie $\leq 10\%$, met max. variatie van +/- 2% ten opzichte van de gedeclareerde waarde.



Hoogwaardig betongranulaat – toegepast vervangingspercentage

- Vervangingspercentage = vervanging van volume van de fractie grove granulaten (diameter groter dan 4 mm) met hoogwaardig betongranulaat



	Fietspaden	Lijnvormige elementen
Volgens SB 250 (gecertificeerd en geregistreerd)	20% 14-5.4.1.1.C	40% 14-5.6.1.1

Hoofdstuk 3 - Materialen

5-7.12	Handhaving van schied adiat	COFRO	COFRO
6-1	Mengsels voor cementbetonverhardingen	BENOR	OCI
6-2	Beton voor 1. AB, ABT, AGT	COFRO	COFRO

Alle wegenbeton dient over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig attest van partijkeuring te beschikken

De keuring gebeurt per samenstelling (rekening houdend met de toepassing en de manier van aanbrengen en afwerken)

6 – 1.4.2. Registratie van betonmengsels



Certificatie betonmengsel

- Kenmerken grondstoffen
- Uitvoeren van voorstudie
- Opstellen verantwoordingsnota (zie 14.5.4)
- Externe controle



Registratie betonmengsel

- Op basis van gecertificeerde verantwoordingsnota
- Als functie van toepassing (bouwklasse), uitvoering en afwerking
- Voor Vlaanderen door afdeling Wegenbouwkunde



Uitvoering

- Controle registratie
- Controle kenmerken op de bouwplaats

Uitvoering betonverharding

Verwerking van het betonmengsel 6-1.4.6

- in uitzonderlijke gevallen verwerken met de hand met aangepast trilmaterieel – verplicht impregneermiddel aan te brengen volgens 1.4.17
- hoogstens 2 uur tussen aanmaak mengsel en bescherming tegen uitdroging
- niet verwerken onder een temperatuur van -3°C
- niet verwerken BOVEN een temperatuur van 30°C (toe te voegen bij lineaire elementen)

Weerstand tegen afschilfering door vorst-dooicycli met dooizouten

Betonsamenstelling - Gebruik luchtbelvormer

- Certificatie : keuze van de betonproducent
- Indien gebruik luchtbelvormer
 - L= gedeclareerd luchtgehalte
 - Controle op vers beton op de werf
 - Eisen druksterkte en wateropslorping in functie van L

		Alle bouwklassen
Vereiste individuele waarde	$L_{i,min}$	L
Vereiste individuele waarde	$L_{i,max}$	$L + 3,0 \%$

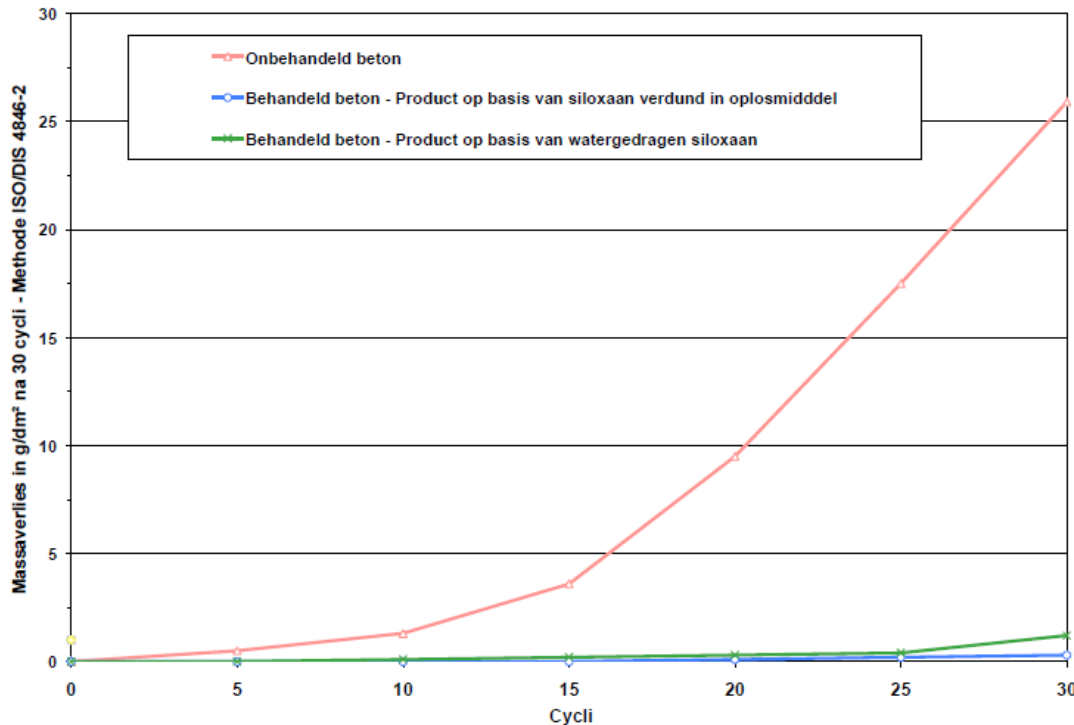
Bij handmatige verwerking => impregneermiddel als bijkomend beschermmiddel, steeds vertrekken van goed beton!



Problematiek afschilfering door vorst-dooicycli met dooizouten

Hydrofobering

- Verplicht igv handmatige uitvoering en voor figuratiebeton
- Efficiëntie diverse producten aangetoond – onderzoek loopt verder in OCW





Hartelijk dank voor uw aandacht!