UITGEWASSEN BETON VOOR DE HERINRICHTING VAN PUBLIEKE RUIMTES

DOSSIER CEMENT

20 september 1999

wegverharding
in situ gestort beton
kleur

(94) Ef2 (G5)

BB/SfB

Bij de aanleg, het onderhoud of de herinrichting van publieke ruimtes gaat sedert enkele jaren toenemende aandacht naar de ruimtelijke en visuele kwaliteit van de realisaties. Ontwerpers, zowel in overheidsheidsopdracht als in de privé sector, stellen zich tot doel de bestratingen beter te integreren in de (meestal) bebouwde omgeving. Straten zijn immers ruimtes die door een verscheidenheid aan gebruikers – al dan niet gemotoriseerd – worden benut. Dit gemeenschappelijk gebruik veronderstelt een coherente visie en een voortdurende bekommernis voor de leefomgeving. Type en uitzicht van de gekozen verharding zijn hierbij logischerwijze van groot belang.

Onder de mogelijke technieken en bestratingsmaterialen genieten straatstenen van beton of natuursteen in België een bijzondere voorkeur. Uitgewassen en eventueel gekleurd beton biedt echter in bepaalde gevallen een interessant alternatief. De jongste jaren kent deze oplossing in sommige landen een groeiend succes, zeker in Frankrijk waar jaarlijks meer dan 2 miljoen m² worden gerealiseerd.

Uitgewassen beton wordt gekenmerkt door een specifieke oppervlaktebehandeling. Nadat het beton is verwerkt, wordt op het oppervlak van het nog verse materiaal een bindingsvertrager aangebracht die de hydratatie van het cement verhindert. Het niet gehydrateerd laagje wordt naderhand weggewassen, bijvoorbeeld met een hogedrukreiniger. Met dit procédé worden de grove toeslagmaterialen blootgelegd, zodat hun uitzicht en kleur tot hun recht komen. Door in het beton een kleurstof te mengen kunnen de natuurlijke tinten van deze granulaten bovendien ondersteund worden.
De techniek van het uitwassen is overigens in België ontwikkeld en wordt meestal « chemisch uitwassen » genoemd. Dit procédé wordt in ons land systematisch toegepast als oppervlakte-behandeling op snelwegen en andere belangrijke wegen, met name om het rolgeluid te reduceren.

EIGENSCHAPPEN VAN UITGEWASSEN BETON

Uitgewassen – en eventueel gekleurd – beton biedt talrijke toepassingsmogelijkheden:

- Op het vlak van vorm en uitzicht bestaat er een grote verscheidenheid: fijne of grove textuur, gerold grind, steenslag. Daarnaast is er een breed gamma kleurtinten. Het gebruik van natuurlijk gekleurde stenen zorgt ervoor dat de kleur van het beton onveranderd blijft in de tijd.
- Het materiaal is polyvalent en leent zich voor uiteenlopende types toepassingen, zowel in stedelijke als in landelijke omgeving of in bossen, en ook op privé-terreinen,…
- Het sluit perfect aan bij de bebouwing, oud of nieuw, in natuursteen, beton of baksteen. Door lokale granulaten aan te wenden kan aan de wegverharding een grotere esthetische kwaliteit en harmonie worden gegeven.
- Omdat het beton in situ gestort wordt, past het zich aan elke situatie aan. Om het even welke vorm is realiseerbaar. Platen die zwaar belast zullen worden of een onregelmatige vorm hebben, kunnen met een wapeningsnet worden uitgerust.
- Met name in bebouwde omgeving beantwoordt het materiaal goed aan specifieke veiligheidseisen. Oppervlaktestructuur en kleur kunnen gekozen worden in functie van de leesbaarheid van de publieke ruimte, de verschillende gebruiksbestemmingen en de voorrangsregels. Zijn wat ruwere textuur voorkomt uitglijden en verlaagt het geluidsniveau.
- Het materiaal is geschikt zowel voor zware voertuigen als voor voetgangers. Het volstaat de structuur van de verharding te ontwerpen in functie van het te verwachten verkeer.
- Het beton is in elke sterkteklasse leverbaar.
- Het is over het algemeen een economisch materiaal. De kostprijs wordt voornamelijk bepaald door de gekozen ganulaten. Lokale granulaten zijn goedkoper dan materialen die over een grote afstand moeten aangevoerd worden.
- Een goed ontworpen verharding van uitgewassen beton – met een juiste samenstelling en correct verwerkt – is even duurzaam als een « klassieke » betonverharding. Onder invloed van het verkeer kan het uitzicht veranderen en kunnen de kleuren somberder worden. In dat geval kunnen regelmatige schoonmaakbeurten nodig blijken. Om die reden wordt dikwijls een bijkomende bescherming voorgeschreven.

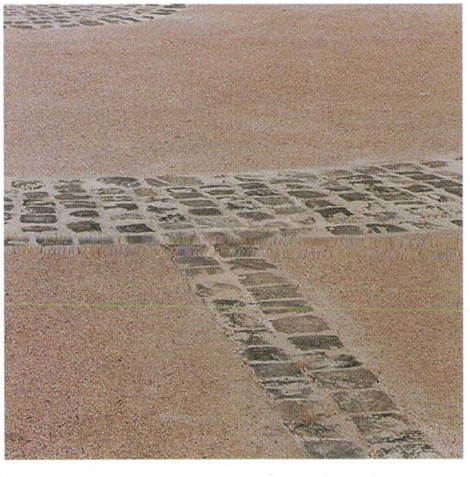
VOORBEELDEN VAN REALISATIES

Er bestaan reeds talrijke voorbeelden van realisaties, niet alleen in het buitenland, waaronder Spanje en Frankrijk, maar ook in België:

- *Barcelona – Güell park (Gaudi) (foto 1)*
- *Frankrijk (foto 2: kleine haven in Bretagne)*
- *België*
  - *De eerste belangrijke Belgische realisatie dateert van 1992: Place Matteoti te Ans (foto 3).*
  - *Place du Viernay te Xhendremael (Ans) (foto 4),*
  - *Place communale te Aubange (Athus) (omslagfoto en volgende pagina),*
  - *Place Bantigny en aangrenzende straten te Manage (zie verder onder « Uitvoering »),*
  - *kruispunten op de N86 te Hotton, de N4 te Gembloux, …*
  - *rotonde te Scherpenheuvel,*
  - *Vooruitgangsstraat te Brussel,*
  - *doortochten door dorpskom : Treignes (foto's laatste pagina), Havelange, Vielsalm (foto 5), …*
  - *stuwdam van Robertville en omgeving (foto's 6-9)*
  - *privé terreinen … (foto's 10, 11)*

1

2



ONTWERP - ALGEMEEN

Het ontwerp van een verharding in uitgewassen beton is globaal gesproken vergelijkbaar met dat van een klassieke betonverharding. In een bebouwde omgeving valt de keuze echter meestal op betonplaten, met of zonder deuvels. Om het risico op scheurvorming te beperken worden de platen in sommige gevallen van een wapening voorzien. Omwille van uitvoertechnische redenen wordt doorlopend gewapend beton slechts sporadisch toegepast: hinderlijke aanwezigheid van wapening, noodzaak om de glijbekistingsmachine van opzij te bevoorraden, problemen met toegankelijkheid van aanliggende eigendommen...

Om met succes een verharding van uitgewassen beton in een bebouwde omgeving te realiseren, moet de ontwerper over een gedegen competentie beschikken en goede noties hebben van het materiaal beton. Een doordacht ontwerp komt de kwaliteit en de levensduur van de verharding ten goede.
De sterkteklasse van het beton moet worden vermeld, een lage W/C–factor is noodzakelijk.
Plannen moeten nauwkeurig zijn, alle nodige uitvoeringsdetails moeten beschikbaar zijn. Voegen moeten in ieder geval worden aangeduid. De juiste situering van de voegen is van fundamenteel belang, zeker bij betonplaten met onregelmatige of gebogen contouren. Oppervlaktestructuur en uitzicht moeten goed worden gekozen.
Het correct dimensioneren maakt eveneens deel uit van het ontwerp. Om een snelle vervuiling van het betonoppervlak te voorkomen en een betere kwaliteit van het uitzicht gedurende langere tijd te garanderen, wordt aanbevolen een dwarshelling van minstens 2 % te voorzien.
Tenslotte is het ook van primordiaal belang een aannemer te kiezen die over de juiste kwalificaties beschikt voor dit soort werk.

Sommige fenomenen zoals hydraulische krimp, temperatuurkrimp, temperatuurgradiënten... zijn eigen aan het materiaal beton, en bijgevolg onvermijdelijk. Er bestaan evenwel specifieke ontwerp-voorzieningen om ze in de hand te houden, namelijk voegen.

12

13, 14, 15

16, 17

Gemeenteplein van Aubange : voorbeeld van realisatie in uitgewassen en gekleurd beton (ontwerp, materiaalkeuze, studie van de betonsamenstelling met monsters, uitvoering)

DIMENSIONERING

Ter herinnering, de voornaamste parameters bij de dimensionering van een verharding zijn:

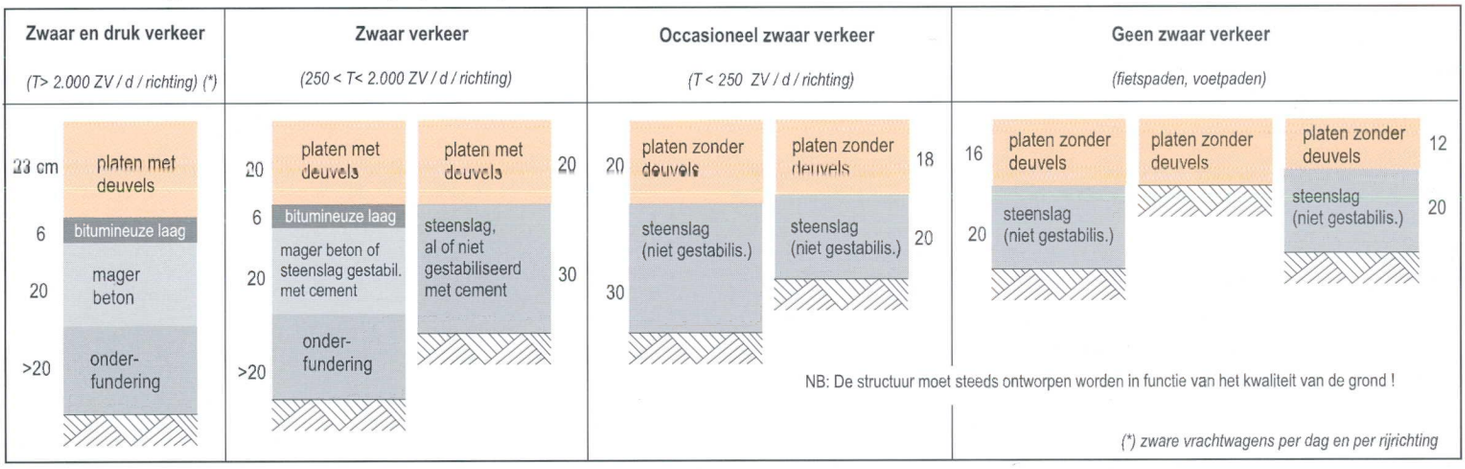
- het draagvermogen van de ondergrond en de kwaliteit van het draagvlak;
- de aard van de belastingen waaraan de verharding zal worden onderworpen: het soort verkeer en de verkeersdrukte;
- de kwaliteit van de materialen en de sterkteklasse van het beton.

Op basis van deze gegevens worden de dikte van de verharding en van de samenstellende lagen van de structuur bepaald.
Het eigenlijke dimensioneren overschrijdt het kader van deze publicatie; de lezer vindt over dit onderwerp de nodige informatie in gespecialiseerde literatuur. Om de gedachten te vestigen, zijn in de volgende figuren toch enkele type-oplossingen opgenomen.
In geval van zwaar verkeer wordt aangeraden de voegen van deuvels te voorzien. Eventueel wordt de dikte van de platen overgedimensioneerd, zodat randeffecten worden vermeden. Spanningen aan de plaatranden hebben immers een nefaste invloed op de duurzaamheid van de verharding. Voor de volledigheid mag niet onvermeld blijven dat een betonverharding gewoonlijk wordt gedimensioneerd in functie van een levensduur van minstens 30 jaar.

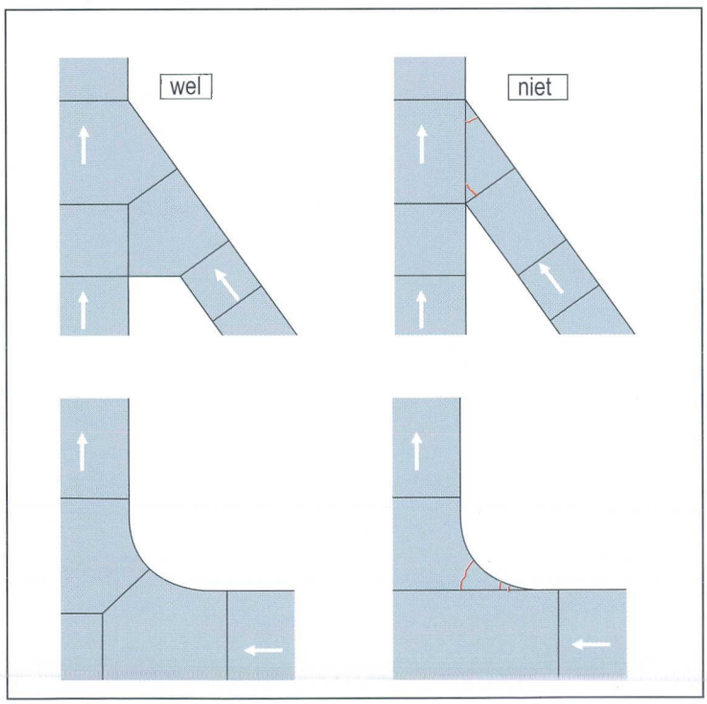
LAY-OUT VAN DE VOEGEN

De ontwerper zal de voegen zodanig situeren dat elke scherpe hoek wordt vermeden.
Het is daarnaast aan te raden de verharding in vierkante of bijna vierkante platen op te delen (verhouding lengte/breedte gelegen tussen 1 et 1,5).
Rond vaste obstakels moet steeds een uitzetvoeg voorzien worden.

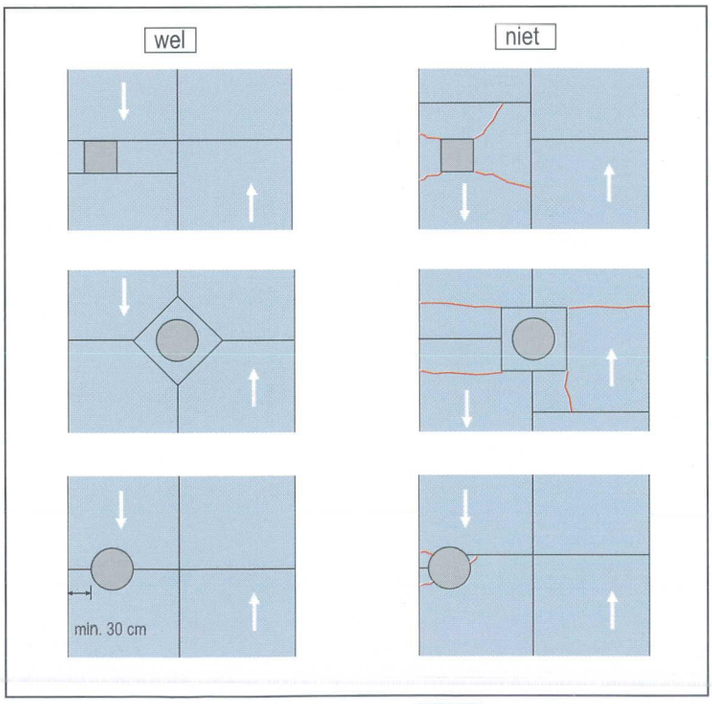
Voorbeelden van typestructuren die in België gewoonlijk worden toegepast.



Juiste en foutieve lay-out van voegen



Lay-out van voegen rond vaste obstakels



VOEGTYPES

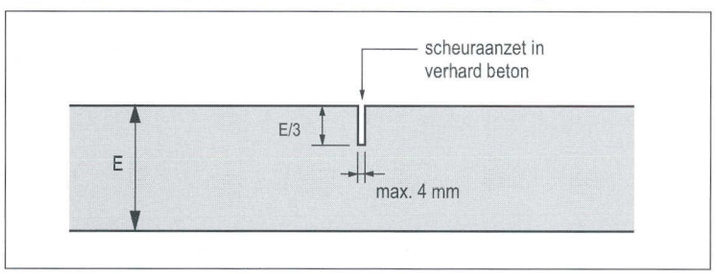
Scheurvorming is een normaal verschijnsel bij beton. Het materiaal is van nature onderhevig aan klimatologische cycli (dag/nacht, seizoenen). Door voegen aan te brengen worden scheuren op vooraf bepaalde plaatsen en op een gecontroleerde manier ingeleid. Ze vangen krimpfenomenen op en laten bewegingen van de platen toe, zodat minder spanningen optreden. Een correct voegontwerp is dus essentieel voor de duurzaamheid van de verharding.
Er bestaan drie grote families van voegen:

1. Dwarsvoegen

Ze staan haaks op de as van de weg en kunnen in twee groepen worden ingedeeld:

• ***Krimp-/ buigvoegen***

Spanningen veroorzaakt door krimp en temperatuurgradiënten worden erdoor verminderd, zonder dat de structurele continuïteit van de verharding in het gedrang wordt gebracht
Ze worden gewoonlijk gezaagd tot op een diepte gelijk aan een derde van de plaatdikte. Dit gebeurt enkele uren nadat het beton is verwerkt en vanaf het ogenblik dat het verhardende beton voldoende draagkracht heeft.
De tussenafstand tussen de voegen hangt af van de krimpgevoeligheid van het beton, de hechtingskarakteristieken van de betonplaten aan de onderliggende laag, en van de dikte van de verharding.



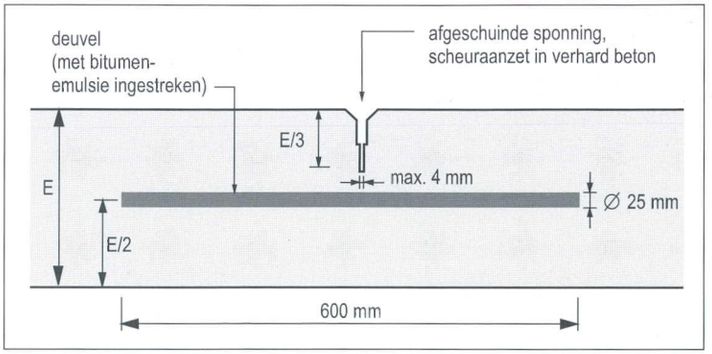
Voeg en scheuraanzet

Onderstaande tabel geeft de aanbevolen tussenafstand in functie van de plaatdikte.

Plaatdikte	Voegafstand
12 cm	3,00 m
14 cm	3,50 m
16 cm	4,00 m
18 cm	4,50 m
20 cm	5,00 m

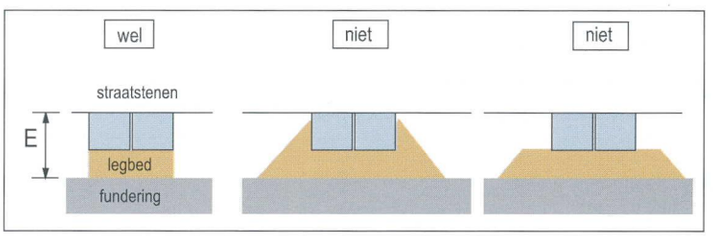
Voegafstand in functie van de plaatdikte

Er is een tendens om, bij afwezigheid van lastoverdracht, de voegafstand te verkleinen en te beperken tot hoogstens 4 m, zelfs bij plaatdiktes van 20 of 23 cm.
Bij zwaar en druk verkeer wordt de lastoverdracht tussen de opeenvolgende platen gerealiseerd door middel van deuvels.



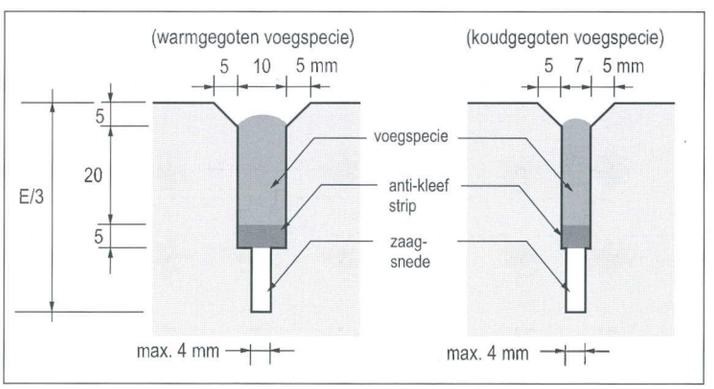
Dwarse krimp-/buigvoeg met scheuraanzet en deuvel

In bebouwde omgeving worden de voegen in uitgewassen beton vaak vervangen door rijen straatstenen. Deze worden geplaatst op een bed van mortel of beton met een cementgehalte van tenminste 350 kg/m³.
De rijen straatstenen moeten loodrechte hoeken vormen met de platen en enkele dagen voor de betonneerwerken worden aangelegd.



Plaatsing straatstenen

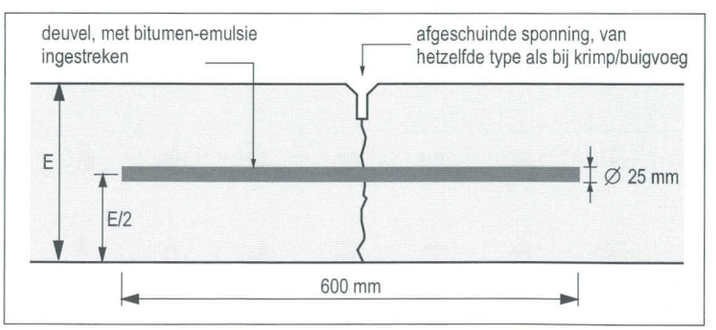
Dwarsvoegen worden gewoonlijk met een voegvulling gedicht om waterinsijpeling onder de platen te voorkomen.



Dichten van de voegen

• ***Constructievoegen***

Deze worden gemaakt telkens de betonneerwerken voor langer dan twee uur worden onderbroken, en aan het eind van de dag. In tegenstelling tot krimpvoegen wordt het verse beton tegen het reeds verharde beton aangestort.

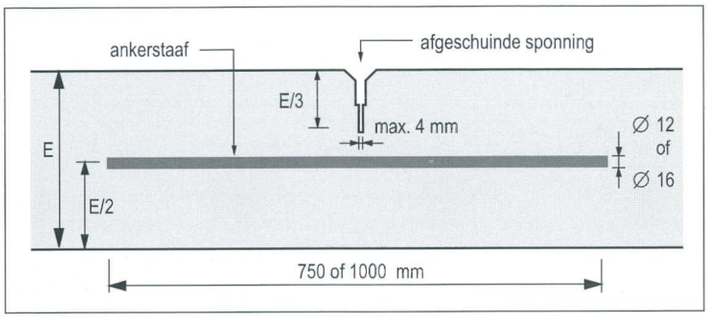


Dwarse constructievoeg

2. Langsvoegen

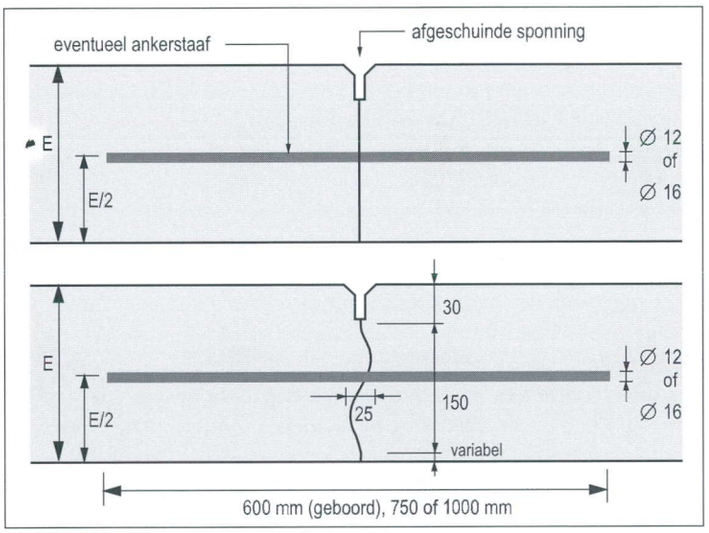
Langsvoegen lopen evenwijdig met de as van de weg en zijn enkel nodig wanneer de verharding breder is dan 4,5 m. Net zoals de dwarsvoegen worden ze eveneens in twee categorieën onderverdeeld.

- ***Krimp-/buigvoegen***



Langse krimp-/buigvoeg

- ***Constructievoegen***

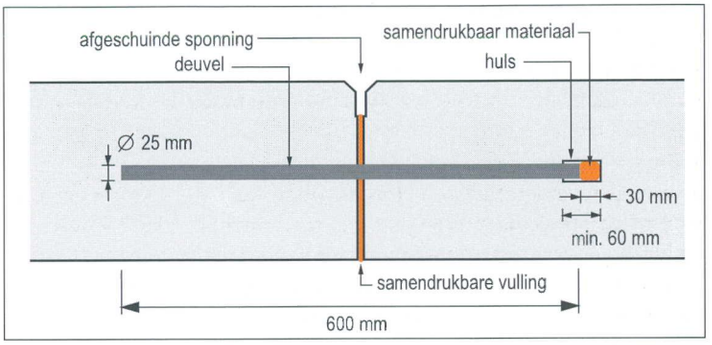


Constructievoeg

18 - Dichten van de voegen

3. Uitzetvoegen

Deze hebben als taak de dilatatie van de verharding op te vangen die voornamelijk veroorzaakt wordt door temperatuurstijgingen. Ze moeten alleen voorzien worden in enkele speciale gevallen waar de betonplaten moeten gescheiden worden van vaste elementen zoals inspectieputten, kolken, sokkels, gebouwen, bruggenhoofden, korte bochten, … Uitzetvoegen betekenen een volledige onderbreking in de verharding.



Uitzetvoeg

BETONSAMENSTELLING

Bij uitgewassen beton is de betonsamenstelling van essentieel belang voor de kwaliteit van het oppervlak en zijn uitzicht. Verkeerstype en -intensiteit, het gewenste esthetisch effect, rolgeluid... zijn bepalende factoren en er moet bijgevolg met uiteenlopende aanbevelingen rekening worden gehouden.
Het beton wordt vervaardigd door steenslag/grind, zand, cement, water en eventueel hulpstoffen in de juiste verhoudingen te mengen. Op te merken valt dat het gebruik van sommige materialen (bijv. fijn beton met Dmax = 7 mm, wit cement...) voor gevolg heeft dat twee lagen beton met verschillende samenstelling « nat op nat » moeten worden gerealiseerd. Het lastenboek moet deze mogelijke werkwijze dan ook vermelden.
Wat de kwaliteit van de betonbestanddelen betreft, wordt de aandacht gevestigd op de hierna volgende aspecten.

Grind of steenslag

Vermits de techniek van uitwassen tot doel heeft de grove korrels zichtbaar te maken, zal het eindresultaat afhangen van een juiste keuze ervan. Vooral de kleur van de stenen is doorslaggevend voor het uitzicht van de verharding: toon, nuances, warmte, ...
Voor uitgewassen beton komen een hele reeks steentypes in aanmerking, op voorwaarde dat ze voldoen aan technische criteria zoals korrelverdeling, korrelvorm, zuiverheid en vorstweerstand. De voorschriften uit de lastenboeken met betrekking tot de grove granulaten moeten worden toegepast. Ze houden rekening met het type verkeer. Afhankelijk van de gebruiksbestemming kan de keuze vallen op gebroken steenslag, gerold of halfgerold grind.
De korrelmaat is eveneens van groot belang. Kleine korrelmaten worden vaker gebruikt voor voetgangerszones of voor verhardingen waar het rolgeluidsniveau laag moet blijven (Dmax = 7 mm). Hoe groter de korrelmaat, hoe ruwer het betonoppervlak zal zijn. Voor privé-terreinen of wegen met weinig verkeer in stedelijke context wordt Dmax op 7, 10 of 14 mm vastgelegd.
Met een Dmax gelijk aan 10 mm kunnen zeer uiteenlopende toepassingen worden gerealiseerd. Voor wegen met drukker verkeer wordt als maximale nominale korreldiameter 32 mm genomen, maar om het rolgeluid tegen te gaan is Dmax = 20 mm gebruikelijker.

Om aan het betonoppervlak een zo dicht mogelijke laag stenen te bekomen, wordt voor de betonsamenstelling soms uitgegaan van een onderdosering aan zand en eventueel een discontinue korrelverdeling (met een onderbreking tussen 2 en 4 mm). Er mag niet uit het oog worden verloren dat het beton in dat geval moeilijker verwerkbaar is.
Over de betonsamenstelling moeten daarom duidelijke afspraken gemaakt worden tussen de betoncentrale en de aannemer belast met de uitvoering van de werken. Het verdient steeds aanbeveling in de betoncentrale gebruik te maken van onderscheiden korrelfracties : 2/7, 7/10, 10/14, 14/20, 20/32.
Over het algemeen zal het gehalte grove granulaten gelegen zijn tussen 1100 et 1350 kg/m³, wat vrij hoog is. Voor verhardingen bestemd voor druk of snelrijdend verkeer, moet de versnelde polijstingscoëfficiënt hoger zijn dan 50.
Zoals uit onderstaande foto's blijkt, kan er voor wat grind en steenslag betreft uit een zeer ruim aanbod gekozen worden.

Zand

Het zand moet zuiver zijn, met een continue korrelverdeling, zodat de mortel aan het betonoppervlak voldoende homogeen is. Er wordt steeds met natuurlijk zand gewerkt.
Voor de vervaardiging van uitgewassen beton komt rivierzand, van het type Rijnzand, het meest in aanmerking. Wel moet gelet worden op de homogeniteit van de opeenvolgende leveringen en op de regelmaat in de kleurtinten.
Ook zand is beschikbaar in verschillende kleuren. Bij uitgewassen beton bepalen evenwel hoofdzakelijk de grove granulaten het uitzicht. Bovendien kan de kleur van de mortel gewijzigd worden door de keuze van het cement en door de eventuele toevoeging van een kleurstof.
Het zandgehalte ligt begrepen tussen 550 en 700 kg/m³.

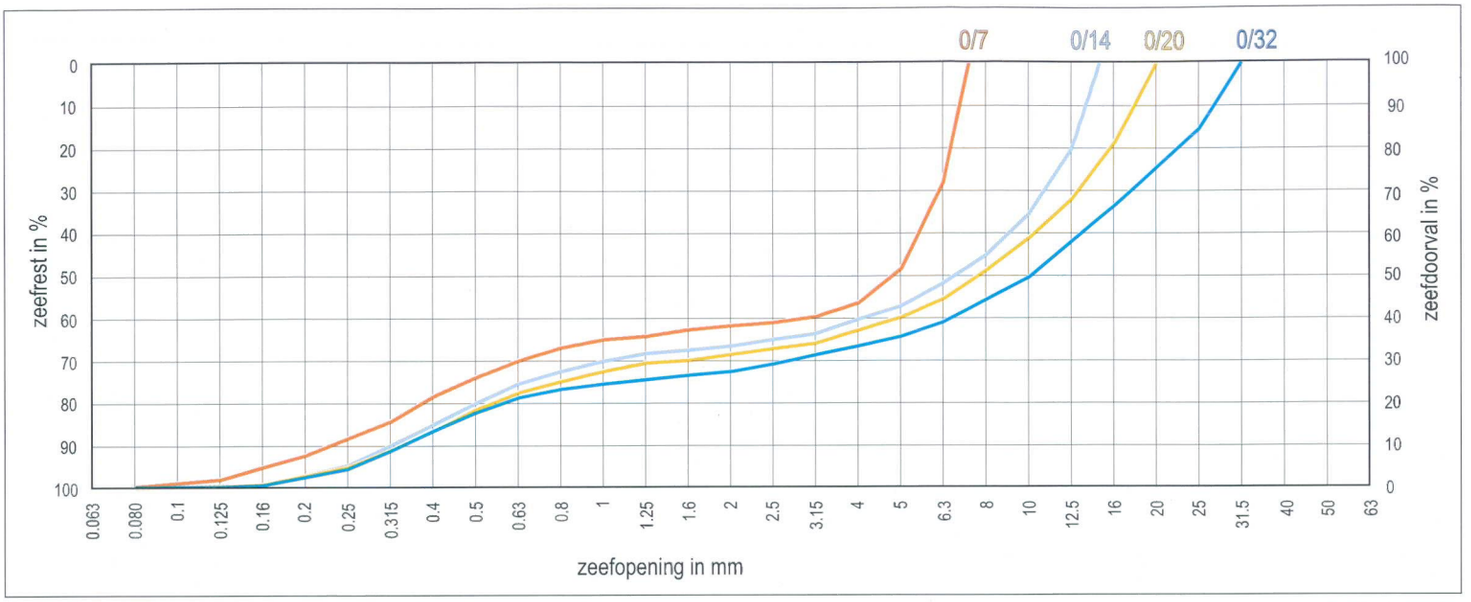
Cement

Zoals voor elk type verharding is ook voor uitgewassen beton het gebruik van cement van het type CEM I of CEM III/A, van sterkteklasse 42,5 en met laag alkali-gehalte, vereist.
Het minimum cementgehalte, de water-cementfactor, – en voor belangrijke wegen ook de zand-cementfactor – worden in het lastenboek voorgeschreven in functie van het type verkeer (*zie verder: « Prestaties – Aanvullende eisen en voorschriften bij het lastenboek »*).
Er moet evenwel mee rekening worden gehouden dat het cementgehalte stijgt naarmate het beton fijner is, bijv. wanneer Dmax = 7 mm. De nodige hoeveelheid mortel is dan immers groter. Omdat de kleurtint van het uitgewassen beton voornamelijk door de grove granulaten of eventueel door een kleurstof wordt bepaald, beïnvloeden grijze cementen het uiteindelijk uitzicht slechts in geringe mate. Toch kan worden opgemerkt dat hoogovencementen (CEM III) een lichtere tint hebben dan portlandcement : in gevallen waar een helderder uitzicht gewenst is, komen ze bijgevolg meer in aanmerking.
In andere gevallen kan wit cement aangewend worden om aan het beton een speciaal karakter te geven, meer bepaald voor tinten van het type « Franse steen ».

Water

Het watergehalte en bijgevolg ook de W/C-factor moeten voor elke lading vers beton volkomen gelijk blijven, want ze bepalen mee de uiteindelijke tint van het betonoppervlak.
Overigens zal bij een hoger watergehalte de uitwasdiepte toenemen.

19 - Voorbeelden van beschikbare soorten grind/steenslag



bron : OCCN

Voorbeelden van korrelverdelingskrommen - Steenachtig skelet van uitgewassen betontypes en geschikt voor handmatige of machinale verwerking (« slipform ») : 0/7, 0/14, 0/20, 0/32.

Hulpstoffen, kleurstoffen

• *Plastificeerders en superplastificeerders*

Deze verbeteren de verwerkbaarheid van het beton. Omdat ze de waterbehoefte reduceren (lagere W/C-factor haalbaar) kunnen ze ook de sterkte-eigenschappen van het beton gunstig beïnvloeden. Superplastificeerders kunnen nuttig zijn, niet alleen voor de vervaardiging van vloeibare betons, maar ook voor beton met een hoge consistentie (« aardvochtig beton »).
In geen geval mag het gebruik van een plastificeerder of superplastificeerder aanleiding zijn tot het verlagen van de cementhoeveelheid.
Sommige hulpstoffen hebben overigens een bindingsvertragend effect dat functie is van de verwerkingstemperatuur. Dit kan resulteren in een onregelmatig uitgewassen oppervlak.
Worden hulpstoffen gebruikt, dan moet proefondervindelijk worden nagegaan of ze compatibel zijn met de gebruikte cementen. Hulpstoffen dienen om bepaalde eigenschappen van een goed samengesteld beton aan te passen, en geenszins om een beton te verbeteren dat gemaakt is van slechte of verkeerd gekozen materialen.

• *Luchtbelvormers*

Om bestand te zijn tegen vorst/dooicycli bij gebruik van dooizouten, moet het beton een luchtbelvormer bevatten. Het lastenboek schrijft de vereiste volume ingebrachte lucht voor, over het algemeen 3 tot 6 %. Er mag niet uit het oog worden verloren dat naarmate het beton meer fijne granulaten bevat, de hoeveelheid mortel toeneemt en het voorgeschreven luchtgehalte gemakkelijker wordt bereikt. Voor beton met een lage Dmax, kan het vereiste minimum luchtgehalte worden opgetrokken.

• *Kleurstoffen*

Kleurstoffen worden gebruikt om aan de mortel een tint te geven die past bij de natuurlijke kleur van de gekozen granulaten of deze ondersteunt. Ze zijn doorgaans samengesteld uit metaaloxides (ijzer, chroom, titaan, magnesium...) die ofwel van natuurlijke, ofwel – zij het minder vaak – synthetische oorsprong zijn.
Kleurstoffen zijn beschikbaar in vloeibare vorm, als poeder of in korrels. Ze worden tijdens het mengen in de betoncentrale aan de betonspecie toegevoegd, soms ook in de mixer. De mengtijd moet afgestemd worden op het type installatie, dit om tintverschillen in het beton te vermijden.
Doseren gebeurt in functie van de aard van de kleurstoffen en zoveel mogelijk volgens de richtlijnen van de fabrikant.
De meest gebruikte kleurstoffen zijn:
- ijzeroxides: geel, rood, bruin, zwart;
- chroomoxide: groen;
- titaanoxide: wit (ook wit cement komt hier in aanmerking);
- magnesiumoxide: zwart.

• *Kunststofvezels*

Soms worden polypropyleenvezels in de betonspecie gemengd. Ze voorkomen ontmenging die tijdens het verwerken en trillen kan optreden, wanneer de zwaardere granulaten door zwaartekracht in de mortel wegzinken. Op die manier dragen de vezels bij tot de homogeniteit van het uitgewassen betonoppervlak. Ontmenging moet echter op de eerste plaats vermeden worden door een correcte betonsamenstelling.
Synthetische vezels dienen ook om de vorming van krimpscheuren te beletten tijdens de plastische fase.

Eens de keuze van de verschillende materialen vastligt, wordt door een laboratorium een studie uitgevoerd van de betonsamenstelling. Een geschiktheidsproef met een staal van representatieve omvang wordt dikwijls aanbevolen, zoniet geëist. Dit laat toe het gewenste uitzicht en de kleur te toetsen (*zie kaderstuk op volgende pagina*).

Op bovenstaande figuur staan enkele korrelverdelingskrommen die naar aanleiding van verschillende werken in België in het laboratorium werden opgesteld. Deze krommen zijn enkel weergegeven als voorbeeld en mogen niet worden gebruikt ter vervanging van de studie van de betonsamenstelling die door het lastenboek wordt geëist. Materiaalkeuze en korrelverdeling hebben een niet te verwaarlozen effect op de verwerkbaarheid en het risico van ontmenging. Het uitvoeren van een geschiktheidsproef is om die reden zeker geen overbodige luxe.

GESCHIKTHEIDSPROEF

Wanneer in een stedelijke omgeving uitgewassen beton wordt toegepast, is het noodzakelijk referentieplaten te realiseren van ten minste 0,5 m². Voor grotere werken moeten deze proefvakken enkele m² groot zijn, bijv. 4 tot 8 m². Er moet over worden gewaakt dat de geschiktheidsproef wel degelijk representatief is. Een te klein staal laat immers niet altijd toe zich een beeld te vormen van het uiteindelijk resultaat. Bezichtiging van bestaande realisaties met een goed bestudeerde betonsamenstelling vormt een andere mogelijkheid.

Het uitvoeren van een geschiktheidsproef op een plaat op ware grootte biedt aan de projectleider de kans om na te gaan of de betoncentrale over de juiste middelen en installaties beschikt voor de stockage, fabricage en levering van het beton, en dit in overeenstemming met de norm NBN B15-001. Is de betoncentrale gemachtigd om het BENOR-label te gebruiken, dan vormt dit een bijkomende kwaliteitsgarantie.

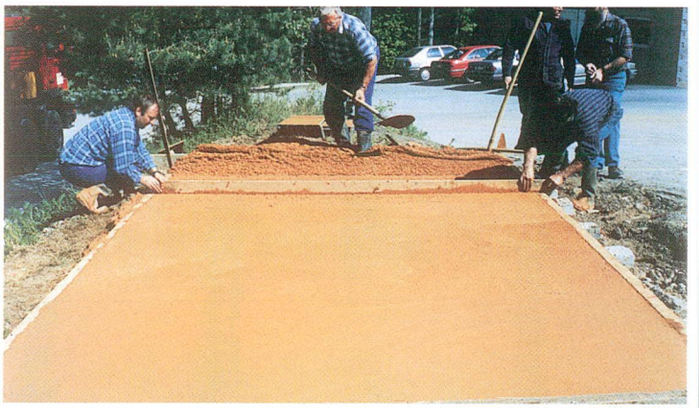
Door een referentieplaat te realiseren waarbij het voorziene transport- en verwerkingsmaterieel van de aannemer wordt ingezet, kan het verloop van de werkzaamheden worden uitgestippeld, tot en met het uitwassen van het betonoppervlak.

De geschiktheidsproef kan ook gebeuren na de eerste stortbeurten: de oplevering ervan hangt dan wel af van de beoordeling van het resultaat door de projectleider.

Door eventuele verschillen in hydratatiewarmte kan de plaatdikte mee bepalen tot op welke diepte de bindingsvertrager werkzaam is. Bij de vervaardiging van de referentieplaat moet hiermee terdege rekening worden gehouden

De temperatuur van het beton op het ogenblik van verwerking is bijgevolg niet zonder belang : indien nodig zal de bindingsvertrager moeten gekozen worden in functie van de weersomstandigheden op de dag van de betonneerwerken.

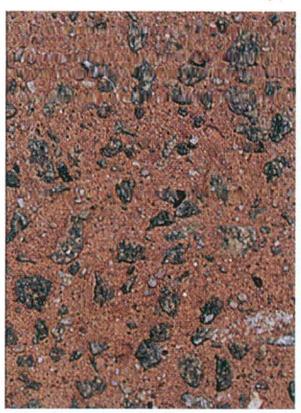
20 - Proefplaten gemaakt bij de studie van de betonsamenstelling



21 - Geschiktheidsproef uitgevoerd in de nabijheid van de betoncentrale tijdens de voorbereiding van de werken aan het gemeenteplein van Aubange

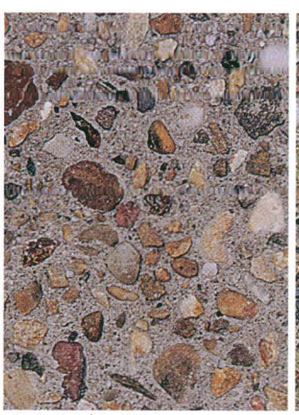
22 - Voorbeelden van betonoppervlakken [(*) = met kleurstof]

1 cm



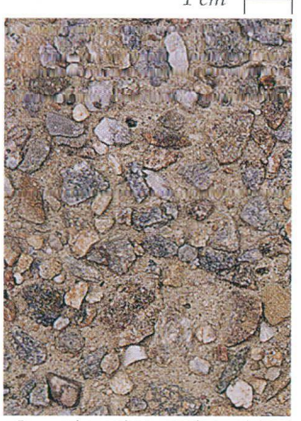
Porfier 2/7 - 7/20 (*)
Rijnzand 0/2

Dolomiet 5/15
Rijnzand 0/5



Grind 2/7 - 7/20
Rijnzand 0/2

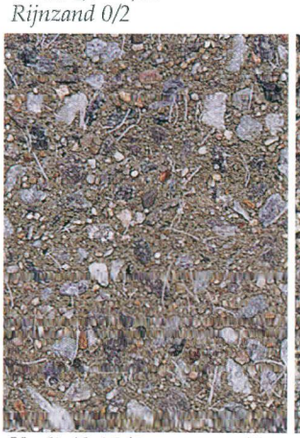
Grind 4/7 - 7/14 (*)
Rijnzand 0/4 - 0/1



Gres 4/7 - 7/10 - 10/14 (*)
Rijnzand 0/5

Kwartsiet 7/14 (*)
Rijnzand 0/5

Rood marmer 7/14
Rijnzand 0/4



Verdi Alpi 3/5 (*)
Porfier 2/7
Rijnzand 0/5

Porfier 4/7 (*)
Rijnzand 0/5

Porfier 4/7
Rijnzand 0/3

UITVOERING

Het beton is bij voorkeur afkomstig van een centrale die voldoet aan de eisen van de norm NBN B15-001 en gemachtigd is het BENOR-gelijkvormigheidsmerk te gebruiken. De productiecapaciteit moet toelaten het tempo van de werken te volgen.

Een verharding realiseren in uitgewassen beton is geen moeilijke opdracht, op voorwaarde dat bepaalde betontechnologische aanbevelingen in acht worden genomen, en dat met name vermeden wordt werken uit te voeren bij wisselvallig weer (kans op regen of buien, …).

De verharding kan uitgevoerd worden met behulp van vaste bekistingen of van glijbekistingen. Als bekistingen komen in aanmerking:

- betonstraatstenen: deze worden in lijnen gelegd en rusten op een funderingszool van rijk beton en met vertikale zijkanten (*zie hoger*);
- klassieke bekistingen;
- lineaire elementen, al dan niet gepretabriceerd;
- natuurstenen...

Vooraleer te betonneren worden alle rijwegbijhorigheden (goten, trottoirbanden, straatstenen...) tegen verkleuring beschermd door middel van een kleurloos en licht hechtend product.

Het beton kan gestort worden, hetzij in één laag, hetzij « nat op nat » in twee lagen. In dit laatste geval moet worden voorkomen dat beton uit de onderste laag naar de oppervlakte stijgt. Het aanbrengen van de tweede laag gebeurt korte tijd – hoogstens 1 uur – na de eerste. Betonneren in twee lagen wordt meestal toegepast bij gekleurd fijn beton. het is een economische oplossing die toelaat de kwaliteit van het betonoppervlak beter in de hand te houden. Tussen de twee lagen kan bovendien eventueel een wapeningsnet worden ingewerkt.

Beton moet steeds krachtig verdicht worden. Bij verhardingen bestemd voor verkeer moet het verdichten machinaal gebeuren door trillen. De aannemer moet gewezen worden op de noodzaak om het hele betonoppervlak absoluut gelijkmatig te verdichten en te trillen.

(Werf te Manage :)
23 - Bescherming van goten, trottoirbanden, straatstenen
24, 25, 26 - Uitvoering van de eerste laag : uitspreiding van het beton en verdichting met trilnaald
27 - Aanbrengen van het gekleurd beton
28 - Controle van de consistentie

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

Nadat het beton verdicht is, wordt het afgestreken, eerst met een stijve rij die op de bekistingen rust, en vervolgens met een breed strijkspaan dat door middel van een dubbele scharnier aan de steel bevestigd is. Op dat ogenblik vertoont het beton een mooi glad oppervlak, zonder zichtbare holtes of golvingen. Om te vermijden dat het oppervlak naderhand ongelijkmatig wordt uitgewassen, moet het plamuren of bevochtigen van het beton worden verboden.

De bindingsvertrager wordt op het oppervlak verstoven ongeveer 30 minuten na het afstrijken, bij zeer warm weer eventueel iets vroeger. Op het betonoppervlak bevindt er zich op dat ogenblik beter geen water (in plassen of stromend), ook al zal de aanwezigheid van water de werking van de bindingsvertrager niet hinderen. Echter, hoe vochtiger het beton, hoe dieper de vertrager zal kunnen inwerken.

Er zijn bindingsvertragers op de markt met « gegarandeerde diepte » in functie van het cement- en watergehalte van de betonspecie.

Bepaalde bindingsvertragers beschermen het beton ook tegen uitdroging. Hun doeltreffendheid moet evenwel worden nagegaan.

In andere gevallen moet het beton dadelijk na het verstuiven van de bindingsvertrager met een waterdicht folie worden afgedekt. Dit beschermt het beton eveneens tegen weer en wind. Het folie moet met de nodige omzichtigheid worden geplaatst om het verse betonoppervlak niet te beschadigen.

De oppervlaktebehandeling bestaat uit het uitwassen van het oppervlak van het verharde beton. Door middel van een waterstraal onder druk wordt het bovenste laagje cementmortel weggespoten. Afhankelijk van het gebruikte type bindingsvertrager kan deze operatie plaatsvinden 6 tot 24 uur na het betonneren. De aanwijzingen van de fabrikant moeten goed worden opgevolgd en de uitwerking van de bindingsvertrager moet tijdens de geschiktheidsproef worden geverifiëerd.

Onmiddellijk na het uitwassen wordt het beton opnieuw afgedekt met een waterdicht folie dat tenminste 72 uur moet blijven liggen. Curing compounds zijn meestal niet aan te raden omdat ze kleurpigmenten bevatten die het beton gedurende enige tijd een vlekkerig uitzicht geven.

Ongeveer 4 weken na het betonneren kan het oppervlak met een product worden behandeld dat het tegen vlekken beschermt en waterafstotend maakt. Het bestaat uit een waterige emulsie die a rato van 250 gram/m² wordt aangebracht op een droog en zuiver oppervlak. De termijn van 4 weken wordt doorgaans door de fabrikant voorgeschreven, omdat het beton op dat ogenblik een zekere sterkte heeft bereikt.

29, 30 - Afstrijken van het beton met rij en spaan. Een kleine trilbalk (foto 34) vergemakkelijkt dit werk. Ze wordt dikwijls gebruikt voor kleinere privé-realisaties.
31 - Verstuiven van de bindingsvertrager
32 - Bescherming tegen beschadiging door voorbijgangers, honden, …
33 - Zagen van de voegen rond vaste obstakels

34

ONDERHOUD

Vervuiling

Vooral bij verhardingen met heldere tinten bestaat het risico dat vervuiling optreedt. Vandaar dat het nuttig is specifieke beschermingsmaatregelen te treffen nadat het betonoppervlak is afgewerkt.

- *Bij uitgewassen betons 0/7, 0/10, 0/14 of 0/20 – al of niet gekleurd –, zal een oppervlaktebehandeling die bestaat uit het verstuiven van een waterafstotend middel het betonoppervlak tegen indringend vuil beschermen. Deze nabehandeling wordt meestal uitgevoerd ten vroegste vier weken na het betonneren op een droog en net oppervlak. Ze heeft ook als resultaat dat het beton beter beschermd is tegen vorst/dooicycli bij aanwezigheid van dooizouten.*

  Toch moet worden gewezen op het feit dat deze behandeling slechts een beperkte levensduur heeft. Ongeveer om de vijf jaar moet ze daarom hernomen worden.
- *Een vervuild betonoppervlak kan ook gereinigd worden met een hogedrukreiniger (waterstraal), of door middel van detergenten.*

Restauratie of verbetering van een betonoppervlak in slechte staat

Door omstandigheden kan het gebeuren dat het uitzicht van een verharding in uitgewassen beton toch niet geheel beantwoordt aan de verwachtingen (ongelijkmatig uitgewassen, kleine tintverschillen,…).

Afhankelijk van de staat waarin het betonoppervlak zich bevindt, bestaan er verschillende manieren om dit te verhelpen :

- *Herstelling van de vlakheid door het oppervlak te slijpen met diamantschijven.*

  Deze behandeling geeft aan het betonoppervlak een fijn gegroefd uitzicht in plaats van de korrelige textuur die oorspronkelijk bedoeld was.

  Een gelijkaardig effect wordt bekomen door frezen (in dat geval zijn de groeven iets minder fijn).
- *Restauratie van het betonoppervlak door zand- of gritstralen.*

  Het oppervlak van de verharding wordt afgeschuurd door staalvijlsel, stalen kogeltjes of zand op de verharding te projecteren met behulp van perslucht. Vijlsel en kogeltjes worden opgezogen en opnieuw gebruikt. Bij deze techniek bestaat de kans dat het uitzicht van de granulaten wordt gewijzigd. Eventueel zal de korrelige structuur iets minder diep zijn.
- *Restauratie van het betonoppervlak door boucharderen.*

  Het oppervlak wordt verbrijzeld door middel van een machine die uitgerust is met hamers voorzien van een gewafelde kop. Ook deze techniek kan het uitzicht ven de granulaten wijzigen.
- *Restauratie van het betonoppervlak door zuren.*

  Deze behandeling, die slechts tot op geringe diepte inwerkt, neemt de cementhuid weg waardoor de zandkorrels bloot komen te liggen.

PRESTATIES - AANVULLENDE EISEN EN VOORSCHRIFTEN BIJ HET LASTENBOEK

NB: De hierna volgende voorschriften zijn gedeeltelijk opgenomen in de regionale typebestekken (Standaardbestek 250, CCT RW 99...)

MATERIALEN (zie ook hoger in dit bulletin de paragraaf gewijd aan de betonsamenstelling)

Zand

Er dient natuurzand te worden gebruikt met niet meer dan 3 % aan fijne bestanddelen < 0,063 mm.

Grove toeslagmaterialen

Het bijzonder lastenboek specificeert de in aanmerking komende stenen: maximale korreldiameter, kleur. Het preciseert of de granulaten het BENOR-merk dragen of niet.

Cement

Het cement beantwoordt aan de eisen van de norm NBN B12–001 en de PTV's 600 en 601. Het draagt het BENOR-merk.

Het cement is van het type CEM I of CEM III/A en sterkteklasse 42,5. Het heeft een beperkt alkali-gehalte (LA).

WEGVERHARDINGEN

Uitgewassen beton wordt voornamelijk gekenmerkt door de specifieke oppervlaktebehandeling die na de verwerking wordt uitgevoerd. Door de binding van het cement aan het oppervlak te vertragen kan nadien een laagje mortel worden uitgewassen en verwijderd.

De bestanddelen van het beton zijn grind of steenslag, zand, cement, water en eventueel hulpstoffen en kleurstoffen.

Betonplaten

Deze bestaan uit één of meerdere stroken beton die worden gescheiden door langsvoegen evenwijdig aan de as van de weg. De stroken worden onderbroken door dwarsvoegen loodrecht op de as van de weg, al dan niet voorzien van deuvels.

Elk stuk wegstrook tussen twee dwarsvoegen wordt « plaat » genoemd.

Dimensionering van de platen

lengte L :

Dikte e van de plaat	Voegafstand
12 cm	3,00 m
14 cm	3,50 m
16 cm	4,00 m
18 cm	4,50 m
20 cm	5,00 m

Het lastenboek geeft aan of de voegen met deuvels moeten uitgerust zijn

maximum breedte:

4,50 m (voor e = 0,20 m)

minimum dikte :

- zwaar en druk verkeer . . . . . : 0,20 m
- zwaar verkeer . . . . . : 0,18 m
- occasioneel zwaar verkeer . . . . . : 0,16 m
- alleen fietsers en voetgangers . . . : 0,12 m

dwarshelling:

2,5 % tenzij anders vermeld in het aanbestedingsdossiers

De juiste afmetingen van de platen staan in de aanbestedingsdocumenten. Indien nodig moet een plan met situering van de voegen worden bijgevoegd.

Voorbereidende werken

Het oppervlak waarop het beton wordt gestort, wordt schoongemaakt en ontdaan van modder, organisch of vreemd materiaal. Oneffenheden of sporen worden uitgevlakt en verdicht.

Bekistingen

De verharding wordt uitgevoerd met vaste bekistingen of met glijbekistingen.

Bekistingen kunnen bestaan uit :

- ofwel straatstenen van beton of natuursteen. Deze worden in rijen gelegd, op een funderingszool met verticale zijkanten en gemaakt van rijk beton. Dit gebeurt tenminste 3 dagen voor de betonneerwerken.
- ofwel klassieke systemen.

De bekistingen moeten zodanig worden bevestigd dat ze tijdens het betonneren niet vervormen.

De lengte van de bekistingsonderdelen moet worden beperkt. Zodoende zijn variaties in plan en doorsnede mogelijk en kunnen het profiel en de contouren van de verharding zoals voorgeschreven worden uitgevoerd. Ook de manier waarop de bekistingsonderdelen worden geassembleerd moet hieraan beantwoorden.

Om de stevigheid van de bekistingen na te gaan worden ze vóór het storten van het beton met alle betonneermachines bereden. Hierbij mag geen enkele verzakking ten opzichte van het voorgeschreven profiel optreden; zijdelingse verplaatsingen mogen hoogstens 0,5 cm bedragen.

Treedt verzakking op, dan moet de bekisting worden gedemonteerd. Profiel en contouren moeten opnieuw worden uitgezet en een nieuwe test moet worden uitgevoerd.

Betonsamenstelling

De aannemer kiest de betonsamenstelling rekening houdend met de volgende voorschriften :

Verkeer	Minimum cement-gehalte (kg/m³)	Water-cement-factor W/C	Zand-cement-factor Z/C
Zwaar en druk	400	≤ 0,45	< 1,4
Zwaar	350	≤ 0,50	—
Occasioneel zwaar	325	≤ 0,50	—

De maximum nominale korreldiameter van de granulaten en de kleur worden vastgelegd in de aanbestedingsdocumenten.

Voor gekleurd beton is een luchtbelvormer verplicht. Het gehalte ingebrachte lucht is begrepen tussen 3 en 6 %.

Toevoeging van vliegassen aan het beton is verboden.

Minstens 2 weken vóór de aanvang van de betonneerwerken bezorgt de aannemer volgende informatie :

- de gegevens van de betoncentrale die het beton zal leveren;
- certificaten van oorsprong voor alle betonbestanddelen (stenen, zand, cement, wapeningsstaal, eventuele hulpstoffen en toevoegsels;
- certificaten van oorsprong voor bindingsvertrager, nabehandelingsproduct, voegvulmiddel... ;
- de studie van de betonsamenstelling uitgevoerd door een erkend laboratorium, met vermelding van :
  - . de gewichtsverdeling van de verschillende steen- en zandfracties;
  - . het cement- en watergehalte per m³ beton;
  - . de consistentie en verwerkbaarheid gemeten met de Abramskegel en de VB-consistentiemeter;
  - . het luchtgehalte van de verse betonspecie;
  - . de korrelverdelingskrommen van de inerte bestanddelen (zand- en steenfracties);
  - . de drukweerstand na 7 en 28 dagen, gemeten op twee reeksen van drie kernen van 100 cm²;
  - . de schijnbare volumieke massa van het verse beton na verdichting;
  - . type, eigenschappen en dosering van eventuele hulpstoffen en kleurstoffen.
- de ligging van de betoncentrale;
- het type verwerkings- en verdichtingsmaterieel;
- de gebruikte vertrager en uitwastechniek;
- een proefplaat van minstens 0,5 m², gerealiseerd in het laboratorium, en chemisch uitgewassen in omstandigheden zoals op de bouwplaats. Het doel van deze proefplaat is de homogeniteit, de kleurtint en de toestand van het oppervlak te verifiëren. Het lastenboek bepaalt de grootte en de beoordelingscriteria van de te realiseren proefplaat.

Betonfabricage

Het beton wordt vervaardigd in een installatie die voldoet aan de norm NBN B15-001, en gemachtigd is beton met BENOR-merk te leveren. De productiecapaciteit moet een ononderbroken betonbevoorrading toelaten.

Bij de bepaling van de waterdosering moet in de centrale rekening worden gehouden met :

- het maximum door de W/C-factor toegelaten watergehalte;
- het watergehalte van de materialen, met inbegrip van de hulpstoffen en kleurstoffen;
- de te verwachten uitwerking van de hulpstoffen.

De uitgang van de menger moet zodanig geconstrueerd zijn dat er geen ontmenging van het beton optreedt.

Tijdens het betonneren mag de aannemer de betonsamenstelling niet wijzigen zonder toestemming van de Administratie.

Mits toestemming van de leidende ambtenaar mag een voorgedoseerde kleurstof in de betonspecie worden gemengd in de mixer.

Uitvoering

Vooraleer de betonneerwerken te starten moeten alle zichtbare bijhorigheden (goten, boordstenen, straatstenen...) tegen verkleuring beschermd worden door middel van een kleurloos en licht hechtend product, dat met een kwast wordt aangebracht. Deze beschermende film wordt naderhand afgespoeld, tegelijk met het uitwassen van het betonoppervlak. Het gebruikte product moet vooraf worden goedgekeurd door de leidende ambtenaar.

Het beton wordt machinaal verdicht. De aannemer wordt gewezen op de noodzaak om het beton volstrekt gelijkmatig te verdichten en te trillen over het hele oppervlak.

Het betonneren gebeurt in één laag. Voorzien de aanbestedingsdocumenten dat de te realiseren laagdikte met twee verschillende betonsamenstellingen gebeurt (aard van de materialen, korrelverdeling, kleur ...), dan is betonneren in 2 lagen – « nat op nat » – toegestaan.
Tijdens het betonneren mogen de bekistingen niet verplaatst worden.
Nadat het beton verdicht is, wordt het afgestreken met een rij die op de bekistingen rust, en vervolgens met een spaan voorzien van een dubbele scharnier.
Het betonoppervlak moet effen zijn, zonder zichtbare holtes of golvingen.
Plamuren of besprenkelen van het beton is verboden. Beton dat niet binnen 120 minuten na het storten is afgewerkt – inclusief het verstuiven van de bindingsvertrager – wordt geweigerd.

Betonneren bij koud weer
Betonneren van een verharding is slechts toegestaan wanneer de luchttemperatuur, gemeten om 8 u 's morgens en 1,50 m boven de grond onder thermometerhut, minstens + 1 °C bedraagt, en de temperatuur 's nachts niet onder – 3 °C is gezakt. Het verse beton wordt afgedekt zodat de temperatuur aan het oppervlak gedurende minstens 72 uur niet daalt onder 1 °C.

Betonneren bij regenweer
Bij regenweer of buien wordt het storten van het beton opgeschort.

Betonneren bij warm weer
Tenzij bijzondere voorzorgen worden genomen, waarvoor de verantwoordelijkheid berust bij de leidende ambtenaar, is betonneren alleen toegestaan wanneer de luchttemperatuur 1,50 m boven de grond onder thermometerhut, niet hoger is dan 25 °C.

Voegen (zie schema's hoger in dit bulletin)

Oppervlaktebehandeling door uitwassen
Het uitwassen van het steenachtig skelet houdt in dat onmiddellijk na de verwerking van het beton een bindingsvertrager wordt verstoven op het oppervlak, en dat het niet-gebonden mortellaagje nadien verwijderd wordt.
De bindingsvertrager wordt gelijkmatig verstoven op het verse betonoppervlak ten laatste 15 minuten na de verwerking van het beton. Het product bevat kleurpigmenten waardoor de nog niet behandelde oppervlakken herkenbaar zijn. In geen geval mag de vertrager over het betonoppervlak wegstromen, wat ook de helling van verharding moge zijn.
Onmiddellijk na het verstuiven van de vertrager moet het oppervlak tegen uitdroging beschermd worden met behulp van een waterdicht folie, en tot op het ogenblik dat het niet-gebonden laagje wordt verwijderd.
Deze niet-gebonden mortel wordt verwijderd door het oppervlak nat te maken en te bezemen, of met behulp van een hogedrukreiniger. Dit gebeurt 6 tot 24 uur na de verwerking van het beton.
De minimum wachttijd wordt verlengd wanneer de binding in de massa van het beton onvoldoende gevorderd is om het bezemen zonder beschadiging uit te kunnen voeren.
De aannemer treft de nodige schikkingen om te vermijden dat de weggenomen mortel terechtkomt in het rioleringsstelsel (goten, kolken...), in draineerbuizen, of in andere nabijgelegen nutsvoorzieningen (leidingkokers, hydranten...).
Alle niet verharde mortel wordt uitgewassen en van de bouwplaats afgevoerd.

Bescherming van het verse beton tegen uitdroging
Dadelijk na het uitwassen wordt het beton tegen uitdrogen beschermd door middel van een waterdicht folie met een dikte van minimum 50 µm.
De breedte is die van het te beschermen oppervlak vermeerderd met 1 m. Het folie wordt op zijn plaats gehouden door ballast aan te brengen over het volledige oppervlak. Het moet gedurende tenminste 72 uur blijven liggen.

Bescherming tegen regen
Voorzieningen moeten worden getroffen om te vermijden dat het betonoppervlak door regen wordt uitgespoeld. Dit geldt zowel voor het pas uitgespreide maar nog niet verdichte beton, als voor het afgestreken beton.

Bescherming tegen vorst
Het oppervlak van de verharding moet op een doeltreffende manier tegen vorst worden beschermd, en wel zodanig dat de temperatuur aan het oppervlak tot 72 uur na de verwerking van het beton niet onder + 1°C daalt.

Bescherming tegen mechanische invloeden
Alle nodige maatregelen moeten getroffen worden om het verse beton te vrijwaren van beschadiging door allerlei mechanische invloeden (wagens, fietsers, voetgangers, dieren...).

Behandeling van het verharde beton met een vochtafstotend product
Het uitgewassen (en eventueel gekleurd) beton wordt beschermd tegen vlekken en vervuiling door het verstuiven van een vochtafstotend product op de verharding. De minimum hoeveelheid bedraagt 250 g/m².
De behandeling kan worden uitgevoerd ten vroegste 4 weken na de verwerking van het beton. Het oppervlak moet droog en zuiver zijn.

VOORSCHRIFTEN

Eigenschappen van de betonmassa
Tijdens de uitvoering van de werken vervaardigt de aannemer minstens 6 controlekubussen. Deze worden in werfomstandigheden bewaard.
Uit deze kubussen worden kernen geboord met een doorsnede van 100 cm² waarop druk- en wateropslorpingsproeven worden uitgevoerd.

Druksterkte
De druksterkte wordt gemeten op kernen van 100 cm² na tenminste 90 dagen ouderdom.
Deze kernen worden ten laatste 10 dagen voor de uitvoering van de proeven in een laboratorium gebracht en bewaard in een verzadigde vochtige omgeving bij een temperatuur van 20 °C.
De kernen kunnen worden geboord uit geprefabriceerde platen die in werfomstandigheden worden vervaardigd.

Eis (MPa)	Verkeer		
	Zwaar en druk	Zwaar	Occasioneel zwaar
Karakteristieke drukstekte	50 (*)	40 (*)	35 (*)
BENOR beton	C35/45	C30/37	C25/30
Minimum individuele druksterkte	karakteristieke druksterkte x 0,85		

(*) beton met luchtbelvormer

Wateropslorping
De wateropslorping wordt gemeten op de bovenste schijf van kernen van 100 cm² na minstens 60 dagen ouderdom.
De voorschriften hebben – per lot – betrekking op de gemiddelde wateropslorping en op individuele waarden.

Eis (%)	Verkeer	
	Zwaar (+ event. druk)	Occasioneel zwaar
Max. individuele wateropslorping	6,5	6,8
Max. gemiddelde wateropslorping	6,0	6,3

(waarden tot op 0,05 % nauwkeurig)

Gelijkmatigheid van het oppervlak
Oneffenheden moeten kleiner zijn dan 4 mm voor zwaar (en eventueel druk) verkeer, en 5 mm voor occasioneel zwaar verkeer.

Gehalte ingesloten lucht
De controle van het gehalte ingesloten lucht gebeurt in het bijzijn van de aannemer of de betoncentrale om de 2 uur tijdens de eerste dag van het betonneren, en nadien twee keer per dag. Controles worden eveneens uitgevoerd in geval de betonsamenstelling wordt gewijzigd, of op vraag van de leidende ambtenaar.
De metingen gebeuren volgens de norm NBN B15-224. De beoordeling gebeurt op basis van de meetresultaten bekomen op drie bemonsteringen.
Elk resultaat dat de voorgeschreven grenswaarden overschrijdt, heeft de onmiddellijke stopzetting van de betonneerwerken tot gevolg. Ze mogen pas worden verdergezet nadat de aannemer heeft aangetoond dat het beton aan de opgelegde criteria met betrekking tot het gehalte ingesloten lucht voldoet.
In geval van betwisting kan een proef aangevraagd worden waarbij het gehalte ingesloten lucht in het verharde beton wordt gecontroleerd. Dit gebeurt volgens de norm ASTM C 457-82.a.
De kosten van deze controle zijn ten laste van de aanbesteder, als uit de proef blijkt dat het beton aan de eisen voldoet.

FEBELCEM

dit bulletin is een publicatie van:
FEBELCEM - Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Voltastraat 8
1050 Brussel
tel. (02) 645 52 11
fax (02) 640 06 70
e-mail : info@febelcem.be

auteur :
Ir. A. Jasienski

met medewerking van :
Ir. Arch. N. Naert

verantwoordelijke uitgever :
J.P. Jacobs

wettelijk depot :
D/1999/0280/05

BIBLIOGRAFIE

Conception et exécution du béton désactivé -Voiries et aménagements urbains
Parijs : CIMBETON, 1995

SION P.
Wegen van cementbeton
Brussel : FIC (FEBELCEM), 1988

Cahiers des charges CCT RW 99
Ministère de la Région Wallonne - MET

Typebestek 250
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - LIN

36, 37 - Treignes

Foto's :

P. Van Audenhove (cover, 5, 11-34, 37)
A. Jasienski (1-3, 6-10)
N. Naert (35, 36)
DAYLIGHT bvba (4)

Met dank aan :

Ir. B. De Blaere (SECO)
Ing. G. Vermeulen (INTER-BETON)